

16
2 of



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

APLICACION DE LA TECNICA EUROPEA DE
FILTRACION PARA UN EFLUENTE DE
TIPO BIOLÓGICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
MONICA CODINA BARRIOS



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Indice

	pág.
Lista de tablas	III
Lista de figuras	IV
Notación	V
Resumen	.1
1. Introducción	2
2. Revisión bibliográfica	3
2.1 La filtración para el tratamiento de agua	3
2.2 Clasificación de los filtros de medio granular	4
2.3 Filtración lenta	5
2.4 Filtración rápida	7
2.4.1 Descripción general	7
2.4.2 Características de los materiales filtrantes	8
2.4.3 Capa soporte y falso fondo	12
2.4.4 Comportamiento del lecho filtrante	13
2.5 Modelación matemática	17
2.6 Lavado del lecho	19
2.7 Filtros de gran capacidad	22
2.7.1 Lechos homogéneos con granulometría grande	22
2.7.2 Lechos multicapas	24
2.7.3 Filtración con floculación sobre el filtro	26
2.8 Operación de los filtros	27
2.8.1 Regulación del gasto	27
2.8.2 Corrida de filtración	27
2.8.3 Problemas de operación	28
2.8.4 Medida de aglomerados	28
2.8.5 Lavado químico	29
3. Metodología experimental	30
3.1 Descripción general del modelo físico	30
3.1.1 Columnas de filtración	30
3.1.2 Línea de alimentación	33
3.1.3 Tanque de mezclado	33
3.1.4 Línea de lavado	33

3.2	Preparación del medio	34
3.3	Procedimiento experimental	35
3.3.1	Variables experimentales	35
3.3.2	Corridas de filtración	35
3.3.3	Parámetros empleados	36
3.3.4	Lavado	38
4.	Teoría de las superficies de respuesta	39
5.	Resultados y análisis	44
5.1	Calidad del influente	44
5.2	Superficie de respuesta	45
5.2.1	Arena con tamaño efectivo de 0.90 mm (Filtro B)	45
5.2.2	Arena con tamaño efectivo de 1.19 mm (Filtro A)	47
5.3	Interpretación de resultados de la modelación	48
5.4	Duración de corridas	49
5.5	Eficiencia	50
5.5.1	Influencia del tiempo en la eficiencia	50
5.5.2	Influencia de la velocidad de filtración en la eficiencia	51
5.5.3	Influencia de la profundidad del lecho en la eficiencia	52
5.6	Lavado	52
6.	Conclusiones	54
7.	Bibliografía	56

ANEXOS

1.	Descripción de la técnica para el análisis granulométrico	59
2.	Programa para el análisis de variancia	62
3.	Tablas de resultados	66
4.	Gráficas	118

Lista de tablas

No.		Pág.
2.1	Propiedades de los medios filtrantes	10
2.2	Factor para la ecuación de Hudson	18
2.3	Aplicación de la ecuación de Hudson	18
2.4	Recopilación de algunos criterios de lavado	21
2.5	Características de las técnicas de filtración americana y europea	22
2.6	Composición de los filtros multicapas	25
3.1	Características de los medios filtrantes empleados en el estudio	34
3.2	Corridas de filtración	37
4.1	Ensayos para una modelación lineal	42
4.2	Análisis de variancia (ANOVA)	43
5.1	Factor de la ecuación de Hudson	44
5.2	ANOVA para la pérdida de carga. TE = 0.90 mm	45
5.3	ANOVA para la eficiencia. TE = 0.90 mm	46
5.4	ANOVA con modificaciones para la eficiencia. TE = 0.90 mm	46
5.5	ANOVA para la pérdida de carga. TE = 1.19 mm	47
5.6	ANOVA para la eficiencia. TE = 1.19 mm	47
5.7	Duraciones de corrida	49
5.8	Pérdida de carga inicial	53

Lista de figuras

No.		pág.
2.1	Clasificación de los filtros por la dirección del flujo. (a) Descendente. (b) Ascendente. (c) De doble flujo.	4
2.2	Filtro a presión	5
2.3	Filtro rápido	7
2.4	Permeámetro	11
2.5	Cama soporte y drenes colectores	13
2.6	El filtro; pérdida de carga	14
2.7	Curvas de presión, filtro clásico	17
2.8	Curvas de presión, filtro con alta carga	23
3.1	Diagrama de flujo de la instalación	31
3.2	Filtros piloto. Vistas laterales	32
5.1	Influencia de la velocidad de filtración en la duración de corrida	50
5.2	Influencia de la velocidad de filtración en la eficiencia	52

Notación

- A : área perpendicular al flujo, $[L^2]$
- B : factor para la ecuación de Hudson
- b_1, b_2, b_3 : coeficientes obtenidos en la regresión
- C : constante adimensional de la ecuación de Kozeny
- C_e : coeficiente de esfericidad del medio granular
- cc_{LFA} : condición codificada de la profundidad del lecho (filtro A), $[L]$
- cc_{LFB} : condición codificada de la profundidad del lecho (filtro B), $[L]$
- cc_{UTN} : condición codificada de la turbiedad promedio del influente
- cc_{vf} : condición codificada de la velocidad de filtración, $[L]/[T]$
- CMFA : cuadrado medio de la falta de ajuste
- CME : cuadrado medio del error
- D : coeficiente que depende de la calidad del agua
- d : diámetro de las partículas, $[L]$
- d_i : diámetro calculado con base en el promedio geométrico de la abertura de mallas, $[L]$
- d_1 : tamaño correspondiente al 60 % de la curva granulométrica del medio colocado en la parte superior, $[L]$
- d_2 : tamaño efectivo del medio inferior, $[L]$
- g : aceleración debida a la gravedad, $[L]/[T^2]$
- g_1 : grados de libertad
- ΔH : pérdida de carga, $[L]$
- ΔH_A : pérdida de carga en el filtro A, $[L]$
- ΔH_B : pérdida de carga en el filtro B, $[L]$
- K : coeficiente de permeabilidad, $[L^3]/[L^2][T]$

- k : coeficiente de permeabilidad intrínseca
 L : espesor de lecho, [L]
 l : profundidad del frente de filtración, [L]
 l_1 : espesor del medio colocado en la parte superior, [L]
 l_2 : espesor del medio colocado en la parte inferior, [L]
 M : peso del sólido, [M]
 N : número total de puntos
 n_0 : número de puntos centrales
 Q : gasto de agua, [L³]/[T]
 SCB_1 : suma de cuadrados del coeficiente b_1
 SCB_2 : suma de cuadrados del coeficiente b_2
 SCB_3 : suma de cuadrados del coeficiente b_3
 SCE : suma de cuadrados del error
 $SCFA$: suma de cuadrados de la falta de ajuste
 t : duración de corrida, [T]
 TE : tamaño efectivo del medio [L]
 V_T : volumen total ocupado por el medio poroso, [L³]
 V_s : volumen ocupado por el sólido, [L³]
 V_E : volumen que ocupa el agua contenida dentro del sólido, [L³]
 v_f : velocidad de filtración, [L]/[T]
 UTN : unidades de turbiedad nefelométricas (en el caso de los modelos es turbiedad promedio del influente)
 X_i : por ciento en peso del material filtrante que es retenido entre dos mallas
 x_{1u}, x_{2u}, x_{3u} : variables independientes (factores)
 y_u : variable dependiente (respuesta)
 \bar{y} : la media de las respuestas
 \bar{y}_0 : la media de los centrales

- ϵ : porosidad
- η : eficiencia
- ν : viscosidad cinemática del agua, $[L^2]/[T]$
- ρ : densidad del sólido, $[M]/[L^3]$
- ρ_1 : densidad del medio colocado en la parte superior,
 $[M]/[L^3]$
- ρ_2 : densidad del medio colocado en la parte inferior,
 $[M]/[L^3]$
- ρ_s : densidad del sólido, $[M]/[L^3]$

Resumen

Durante la filtración del agua se busca obtener un efluente de calidad mediante un proceso de operación fácil y económico. Para conseguirlo se debe lograr un compromiso entre los parámetros de diseño como el tamaño efectivo y profundidad del lecho filtrante, máxima pérdida de carga permisible y velocidad de filtración.

El objetivo de este trabajo fue encontrar los parámetros óptimos de diseño para filtrar un efluente de tipo biológico. Para ello se llevó a cabo un estudio experimental en dos filtros piloto que se operaron de acuerdo a la técnica europea de filtración del tipo rápido y con flujo descendente. Las variables experimentales fueron el tamaño efectivo del medio (0.90 y 1.19 mm), la tasa de filtración (2, 4.6, 8.5 y 12.4 m/h), y la turbiedad del influente (5, 10 y 15 UTN). También se estudió la influencia de la profundidad del lecho mediante distintos puntos de muestreo ubicados a lo largo del medio. Se trabajó con un efluente del sistema de lodos activados de la PTCU.

Las variables experimentales se relacionaron mediante una función de respuesta que permite calcular la eficiencia y la pérdida de carga.

Los resultados obtenidos mostraron que el rendimiento para ambos tamaños de arena es prácticamente el mismo y que las duraciones de corrida fueron más largas para la arena de mayor tamaño (de 2 a 24 h).

1. Introducción

Puesto que en la filtración intervienen un gran número de variables no existe a la fecha un modelo matemático general que describa en forma confiable el funcionamiento de un filtro. Por esta razón es necesario realizar estudios piloto para analizar las condiciones a las cuales va a operar un filtro.

En la mayoría de los casos, los principales parámetros de diseño que se determinan en un estudio piloto son

- a) el tamaño efectivo y profundidad del lecho filtrante,
- b) la velocidad de filtración más apropiada y
- c) la duración de corrida esperada.

Para determinar estos parámetros en este estudio se manejaron las siguientes variables experimentales:

- Tamaños efectivos de 0.90 y 1.19 mm con coeficientes de uniformidad menores a 1.5.
- Tasas de filtración de 2, 4.6, 8.5 y 12.4 m/h (para ambos tamaños)
- Turbiedades promedio de influente de 5, 10 y 15 UTN (para ambos tamaños).

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

La filtración fue el primer proceso de tratamiento de agua empleado en las plantas y durante mucho tiempo el único. Es por definición, una operación que consiste en separar las partículas en suspensión de un líquido o gas reteniéndolas sobre un soporte permeable o dentro de un material granular. Así, el tamizado es un tipo de filtración sobre soporte al igual que la ultrafiltración y la ósmosis inversa. En estas últimas, la separación se realiza sobre membranas cuya abertura de poros es muy fina; por ello, sólo sirven para tratar pequeñas cantidades de agua. La filtración de un gran caudal se realiza sobre filtros granulares debido a su mayor capacidad de retención.

2.1 La filtración para el tratamiento de agua.

El efecto benéfico de la filtración fue observado desde la antigüedad. La primera planta potabilizadora por filtración fue construida en el siglo XIX en Inglaterra. Estos filtros estaban constituidos de arena muy fina y operaban con gastos muy pequeños. La operación se basaba en una filtración directa, es decir, no se daba al agua un tratamiento previo. Con el tiempo se desarrollaron los procesos de floculación-coagulación, decantación y cloración que acompañaron a la filtración en la potabilización del agua. De esta forma, los filtros adquirieron la función de afinar y asegurar la calidad del efluente dentro del esquema actual de potabilización.

2.2 Clasificación de filtros de medio granular.

Los filtros de medio granular se clasifican considerando tres aspectos:

- la dirección del flujo
- el tipo de medio filtrante
- la fuerza impulsora

Tomando en cuenta la dirección del flujo se tienen filtros descendentes, ascendentes y de doble flujo (FIG 2.1).

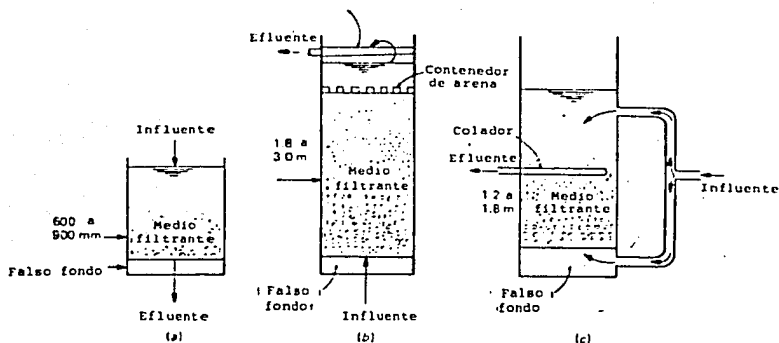


FIG 2.1 Clasificación de filtros por la dirección del flujo. (a) Descendente. (b) Ascendente. (c) De doble flujo.

En cuanto al medio se distinguen tres tipos de filtros:

- de medio simple
- de medio dual
- y de medio múltiple.

Por la fuerza impulsora los filtros pueden ser de dos tipos: de gravedad y a presión (FIG 2.2). En las plantas de tratamiento se emplean con mayor frecuencia los filtros por

gravidad ya que procesan grandes cantidades de agua, tienen gran capacidad y son económicos. Los filtros a presión son utilizados en plantas pequeñas y operan en recipientes cerrados, presurizados por bombeo. Estos filtros, normalmente tienen largas duraciones de corrida y pocos requerimientos de lavado.

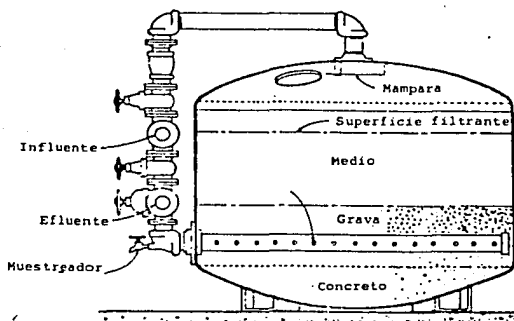


FIG 2.2 Filtro a presión.

2.3 Filtración lenta

La filtración lenta a pesar de ser un proceso abandonado para las grandes ciudades sigue teniendo una importancia primordial en las comunidades pequeñas de los países en vías de desarrollo por su bajo costo y escaso mantenimiento.

El filtro lento emplea arena fina más o menos homogénea de 0.25 a 0.35 mm de tamaño efectivo con un espesor de lecho de 1 m. Los gastos son del orden de 3.5 a 7.5 m³/m².d (0.146 a 0.313 m/h) por lo que requiere una gran superficie para su instalación. Por ejemplo, para una ciudad de 500,000 hab se

ocuparían aproximadamente 20,000 m² (basado en un consumo de agua per cápita de 200 l /hab.d., de acuerdo con la SARH).

La filtración lenta es básicamente un tratamiento biológico que requiere la formación de una película con bacterias aerobias y algas alrededor de los granos de arena. Por lo mismo, al inicio de su operación es necesario tirar el agua tratada durante los primeros días hasta que la película se forme. Una vez formada, los microorganismos proceden a coagular y absorber los contaminantes que transporta el líquido. Las materias húmicas son eliminadas en un porcentaje muy bajo mientras que las bacterias entéricas son eliminadas hasta en un 95%.

El taponamiento del filtro ocasiona una disminución gradual del gasto, situación que ocurre después de uno o dos meses. Llegado este momento, se debe detener la filtración y quitar los primeros centímetros del medio filtrante antes de iniciar un nuevo ciclo. Cuando el espesor del lecho disminuye en 30 a 40 % se debe agregar nuevamente arena hasta la altura inicial.

Otro ejemplo de filtros lentos son los de turba. De acuerdo con Meunier, 1985, la turba es particularmente útil para el tratamiento del agua residual de pequeñas colectividades ya que es económica y de fácil operación. El funcionamiento de los filtros con turba es cíclico; cuando finaliza se vacía el tanque y se deja secar el medio. Durante este período se forma una costra sobre la superficie del lecho con aspecto de cartón mojado. El lavado consiste entonces en eliminar el depósito y nivelar la superficie. Este sistema proporciona

buenos rendimientos para concentraciones bajas y requiere menor superficie que los sistemas convencionales.

2.4. Filtración rápida.

2.4.1 Descripción general.

Los filtros rápidos generalmente son a cielo abierto, de forma rectangular y operan por gravedad. La velocidad de operación de este sistema es de 2 a 15 m/h (Metcalf y Eddy, 1979 y Departamento de Sanidad de N.Y., 1983) y la carga disponible de 2 y 3 m. Sus componentes esenciales son (FIG 2.3):

1. Un lecho de arena sílica con un espesor de 0.5 a 0.9m, compuesto por granos con tamaño entre 0.5 y 0.8 mm.

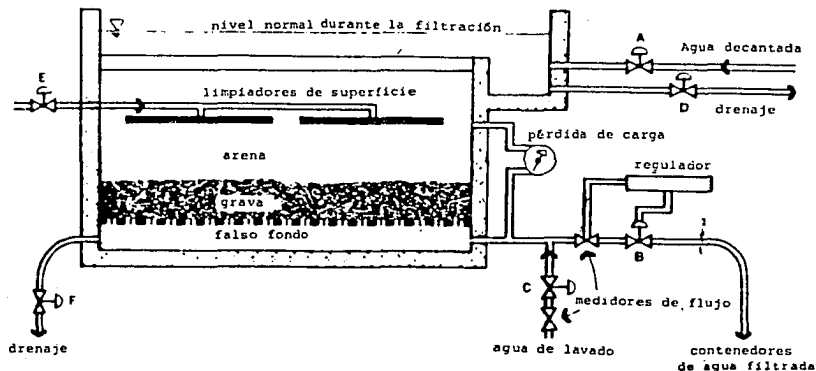


FIG 2.3 Filtro rápido.

2. Un falso fondo poroso o perforado, localizado en la parte inferior del filtro, sobre el cual reposa una capa de grava. Por debajo de ella se encuentra un sistema de drenaje.

3. Un sistema de lavado con introducción del fluido en sentido ascendente

4. Un dispositivo de lavado superficial.

5. Canaletas de evacuación colocadas a 0.5 m por encima de la arena.

6. Compuertas y válvulas a la entrada y salida de agua así como dispositivos para el control de la operación.

Normalmente, la filtración rápida es precedida por un tratamiento de coagulación y decantación aunque en algunas ocasiones se encuentra sola (filtración directa).

En los filtros de alta tasa se recomienda monitorear en forma continua el efluente ya que existe un riesgo mayor de perforar el filtro. En lo que concierne al seguimiento de la corrida se emplea en forma simultánea un turbidímetro y un medidor de pérdida de carga.

En las últimas décadas, se han efectuado varias modificaciones a los filtros rápidos con los propósitos de incrementar tanto el gasto que tratan como la duración de la corrida. Otra innovación consiste en aplicar la filtración al procesamiento de las aguas residuales para su reuso.

2.4.2 Características de los materiales filtrantes

El lecho filtrante debe ser un material insoluble, químicamente inerte (en relación con las aguas agresivas) y resistente (que no se rompa al frotarse contra él mismo durante el lavado). La arena sílica tiene las propiedades anteriores y, debido a su bajo costo, su aplicación es casi universal. Recientemente se han empleado otros materiales

como la turba, antracita, granate, obsidiana, etc.

Por otra parte, la granulometría del lecho debe ser tal que permita una conductividad hidráulica y una porosidad adecuadas.

2.4.2.1 Granulometría

Juárez Badillo, 1977, describe como se obtiene en el laboratorio la curva granulométrica que representa la distribución de los tamaños de un medio. El tamaño correspondiente al 50% de la curva es el tamaño promedio. Al tamaño del 10% se le denomina talla efectiva y es el valor que mejor caracteriza al medio en cuanto a su permeabilidad. La relación entre los diámetros correspondientes al 60 y 10% se denomina coeficiente de uniformidad (C.U.) e indica que tan homogéneo es el medio. Para los filtros rápidos se emplean medios con un coeficiente de uniformidad ≤ 1.5 .

2.4.2.2 La porosidad.

La porosidad representa la fracción ocupada por el aire que puede ser llenada por el agua o las partículas retenidas durante la filtración. Por tanto, da una medida de la capacidad de retención de un medio.

Si V_T representa el volumen total ocupado por el medio poroso y V_E el volumen que ocupa el agua contenida dentro de éste se tiene que

$$V_T = V_S + V_E \quad (2.1)$$

donde

V_S : volumen ocupado por el sólido, l ó m^3 .

Se define ϵ , o porosidad como

$$\epsilon = \frac{V_E}{V_T} \quad (2.2)$$

Cabe mencionar que, la porosidad máxima se obtiene cuando todos los granos que constituyen el medio son del mismo tamaño. A menor tamaño de arena menor es la porosidad y a menor esfericidad mayor es la porosidad.

El cálculo de la porosidad de un lecho filtrante se puede efectuar a partir del volumen del medio (V_T), su peso (M) y densidad (ρ_s)

$$\epsilon = 1 - \frac{M}{\rho_s V_T} \quad (2.3)$$

En la TABLA 2.1 se muestran algunas de las propiedades de los principales medios filtrantes.

TABLA 2.1 Propiedades de los medios filtrantes

	Densidad	Esfericidad	Porosidad del lecho
Arena sílica	2.65	0.80-0.90	0.38-0.42
Antracita	1.50	0.70-0.75	0.45-0.50
Granate	4.2	0.70-0.75	0.45-0.50
Ilmenita	4.8	0.70-0.75	0.45-0.50
Carbón activado	1.35	0.70-0.75	0.45-0.50

2.4.2.3 Permeabilidad

Las rocas de baja resistencia, con excepción de la arcilla, permiten el paso del agua en presencia de una carga hidráulica, es decir, tienen una buena permeabilidad o conductividad hidráulica. El ingeniero francés Henri Darcy

(1803-1858) fue el primero en estudiar experimentalmente esta propiedad. Sus experimentos lo condujeron a formular la ecuación siguiente:

$$Q = K.A. \frac{\Delta H}{L} \quad (2.4)$$

donde

Q : gasto de agua, m³/s
 A : área perpendicular al flujo, m²
 L : espesor del lecho, m
 K : coeficiente de permeabilidad, m³/m².s
 ΔH: pérdida de carga, m

Físicamente, el coeficiente K se mide con ayuda de un permeámetro (FIG 2.4).

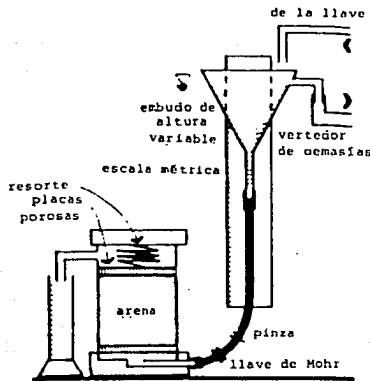


FIG 2.4 Permeámetro

El valor de K depende de las características de los granos del lecho y de la viscosidad cinemática del líquido. De hecho

$$K = k/\nu \quad (2.5)$$

donde,

ν : viscosidad cinemática del fluido, m^2/s

k : coeficiente de permeabilidad intrínseca. Es función de la porosidad del lecho, la forma y homogeneidad de los granos.

Para granos esféricos en un lecho homogéneo se tiene, que de acuerdo con la ecuación de Kozeny

$$k = \frac{g}{C} \cdot \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \left[\frac{d}{6} \right]^2 \quad (2.6)$$

donde

d : diámetro de las partículas, m

g : aceleración debida a la gravedad, m/s^2

C : constante adimensional cuyo valor experimental es de 5.

De las ecuaciones 2.5 y 2.6 se tiene

$$K = \frac{g}{5\nu} \cdot \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \left[\frac{d}{6} \right]^2 \quad (2.7)$$

Ecuación en la cual es necesario introducir un factor de corrección para granos no esféricos.

2.4.3 Capa soporte y falso fondo

Aparte de detener el lecho, la capa soporte y el falso fondo tienen por función uniformizar la corriente de agua durante el lavado.

En los filtros más antiguos el lecho de arena está colocado sobre una gruesa capa de grava y gravilla en las cuales se encuentra sumergida una tubería perforada que sirve como colector. Los drenes están rodeados de grava que tiene un tamaño promedio de 6 cm; la capa de gravilla se compone de

pedras de tamaño gradualmente mayor conforme se acerca al fondo, así los granos más finos (de 2 a 3 mm) son los que se encuentran en contacto con la arena y la retienen (FIG 2.5).

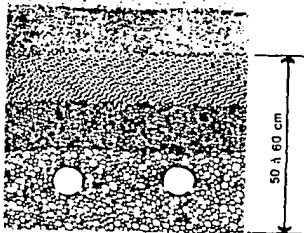


FIG 2.5 Cama soporte y drenes colectores.

Las perforaciones o las boquillas deben estar espaciadas con intervalos regulares y en una cantidad suficiente para evitar gradientes de velocidad en el filtro durante el lavado.

2.4.4 Comportamiento del lecho filtrante

2.4.4.1 La pérdida de carga

El paso del agua a través de un lecho filtrante provoca una disminución de la energía debida a la fricción entre el agua y el medio. Esta se mide como una pérdida de carga o de energía de presión. Cuando el lecho se encuentra limpio, la pérdida de carga está ligada a la permeabilidad de acuerdo con la ley de Darcy (Ec 2.4). Durante la filtración, el lecho se tapona y la pérdida de carga aumenta.

En la FIG 2.6 se muestra un filtro que tiene dos manómetros (A y B) que miden la presión sobre el lecho de arena y bajo el falso fondo. Cuando el filtro está fuera de operación los dos manómetros registran la misma lectura. Pero, cuando se inicia el paso del agua, el manómetro B indica una presión inferior ($p_a > p_b$); la diferencia $(\Delta H)_r = p_a - p_b$ es la pérdida de carga resultante del paso del agua a través de la arena, la grava y el falso fondo así como de la transformación de la energía de presión en energía cinética. A medida que el filtro se ensucia el valor de ΔH_r aumenta y se vuelve una medida indirecta del contenido de sólidos en el filtro.

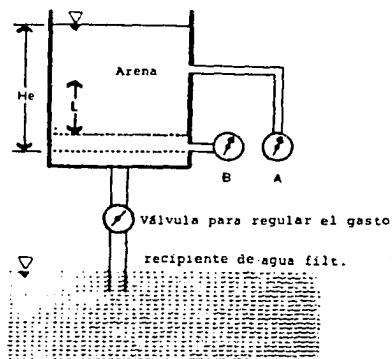


FIG 2.6 El filtro; pérdida de carga.

Se debe hacer notar que únicamente la componente de la pérdida de carga correspondiente al lecho es la que aumenta. La pérdida de carga ocasionada por el falso fondo es constante y depende de su estructura. Para conocerla se debe recurrir a los fabricantes o distribuidores, o bien, se puede determinar experimentalmente sustrayendo la pérdida de carga

debida al lecho limpio, obtenida por la ecuación de Fair y Hatch

$$\Delta H = \frac{180\nu}{g} \cdot \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3} \cdot \frac{1}{C_e^2} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{d_i^2} \quad (2.8)$$

donde

ΔH : pérdida de carga, cm
 ν : viscosidad cinemática del agua, cm^2/s
 g : aceleración de la gravedad, cm / s^2
 ϵ : porosidad del medio granular limpio
 C_e : coeficiente de esfericidad del medio granular
 X_i : por ciento en peso del material filtrante que es retenido entre dos mallas.
 d_i : diámetro calculado con base en el promedio geométrico de la aberturade las mallas, cm

Si se continúa la filtración después de que el valor de la pérdida de carga sea igual a la carga disponible para realizar el trabajo de mover el agua, la presión en B se vuelve negativa. Cuando ello ocurre se provoca la desgasificación del agua generando burbujas que atrapadas en el medio bloquean el paso del agua y aumentan la pérdida de carga.

Para los filtros comunes la pérdida de carga se debe principalmente a las primeras capas del lecho filtrante donde se encuentran los granos más finos, debido a la estratificación que genera el lavado y que retienen la mayor parte de sólidos.

2.4.4.2 Mecanismos de filtración.

La retención de las partículas en el agua se efectúa por diferentes fenómenos debido al tamaño de los sólidos, su fragilidad, potencial zeta y naturaleza química. Las partículas más gruesas son retenidas por medios puramente mecánicos ya que tienen tamaños superiores a los conductos

capilares formados por los intersticios de la arena. Algunas partículas frágiles, como los flóculos de alúmina hidratada, pueden llegar a romperse y continuar su descenso por el lecho. Las partículas más pequeñas que los capilares son retenidas por adsorción o por estancamiento en zonas muertas. Pero, aproximadamente el 20% de las partículas inferiores a 1μ atraviesan todo el filtro (Beaudry, 1984).

En cuanto a los microorganismos, los estudios demuestran que un filtro rápido retiene entre 70 y 75% de las bacterias coliformes pero es menos eficaz en lo que se refiere a virus (10%). Comparativamente, en lo que se refiere a la desinfección, un filtro lento equivale a la coagulación, sedimentación y filtración rápida.

El rendimiento en eliminación de sólidos es función del tamaño de los granos y del espesor del lecho. Los filtros con granulometría fina aseguran una mejor calidad del efluente pero requieren lavado más frecuente.

Cuando se inicia el ensuciamiento del filtro la permeabilidad de la zona taponada disminuye y es variable. En ese caso la ecuación de Darcy ya no se aplica y únicamente la parte aún limpia corresponde con la expresión (2.4). Esta constatación permite identificar un frente de filtración abajo del cual dH/dL es constante y arriba del cual, varía en función del espesor atravesado. En la FIG 2.7 la ordenada muestra la altura total de agua y las abscisas la presión, expresada en mca. Cuando el filtro no opera la relación entre estas variables se representa por la línea recta AB. Cuando el filtro comienza a funcionar la relación se representa por la

recta CD. Conforme el filtro se ensucia, la presión crece de acuerdo con la curva CE, la parte restante (EF) es lineal y obedece a la ley de Darcy. En el caso de la curva CIJKL existe el vacío en el filtro entre el nivel I y K. En la práctica se recomienda que la operación sea detenida antes de alcanzar este punto ("embolia" del filtro).

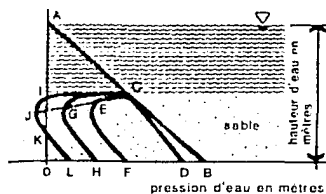


FIG 2.7 Curvas de presión, filtro clásico.

2.5 Modelación matemática.

Se dice que un filtro está bien diseñado cuando la carga disponible se acaba en el mismo momento en que se deteriora la calidad del efluente. Sin embargo, nunca se deja en la práctica que el filtro se ensucie totalmente, por cuestión de seguridad.

En la actualidad no existe ningún modelo matemático que permita predecir cuando saldrán los sólidos por el efluente o cuando se alcanzará la pérdida de carga de operación por lo que se requiere recurrir a estudios piloto (Dawda, 1978).

Muchos investigadores han presentado relaciones matemáticas para describir el fenómeno de filtración, pero su aplicación requiere la obtención de un gran número de variables y de coeficientes experimentales. La ecuación de Hudson, aunque

experimental, es más o menos exacta y sirve sobre todo para mostrar las variables que intervienen en el proceso.

$$l = \frac{Q TE^3 (\Delta H)}{B} \quad (2.8)$$

donde,

l : profundidad del frente de filtración, m

Q : gasto en $m^3/m^2 \cdot min$

ΔH : pérdida de carga debido al taponamiento del lecho, m

TE : tamaño efectivo de los granos, mm

B : factor que depende de la calidad del agua por filtrar y que se presenta en la TABLA 2.2

TABLA 2.2 Factor para la ecuación de Hudson

Calidad del agua decantada	B
Pobre	0.25
Mediocre	0.50
Buena	1.00
Excelente	2.00

Así, en el caso de un filtro rápido en el cual la arena tiene un tamaño efectivo de 0.45 mm, con agua de calidad "mediocre" y tasa de filtración de 0.08 m/min (4.8 m/h) se obtienen los datos de la TABLA 2.3.

TABLA 2.3 Aplicación de la ecuación de Hudson

ΔH (mca)	l (cm)
1.0	1.5
1.5	2.2
2.0	2.9
2.5	3.6
3.0	4.4

Los valores de la TABLA 2.3 ponen en evidencia la poca

profundidad que alcanza el frente de filtración para los lechos con granulometría fina. Si se aplica el mismo cálculo a una arena de tamaño de 0.9 mm se obtendría una profundidad de penetración de 35 cm.

Entre las ecuaciones que predicen la duración de corrida se tiene la siguiente

$$t = D (\Delta H)_{\max}^{\frac{3}{5}} \frac{TE^{\frac{3}{2}}}{Q} \quad (2.9)$$

donde,

t: duración de corrida, h

D: coeficiente que depende de la calidad del agua

Para potabilización, en el caso de emplear un agua de buena calidad la duración de la corrida sería entre 36 a 48 h. Para agua residual se han señalado duraciones del orden de 8 a 30h (Dahab, 1977).

2.6 Lavado del lecho

Los filtros se diseñan tanto para efectuar una correcta eliminación de sólidos como para llevar a cabo el lavado del empaque. En lo que se refiere al lavado existen dos escuelas: la americana y la europea. En la primera el lavado se lleva a cabo a la velocidad de fluidificación del empaque y por tanto emplea sólo agua; en la segunda, la velocidad de lavado es menor y recurre al empleo conjunto de aire y agua. En ambos casos existen una serie de normas que indican el protocolo a seguir pero difieren según cada autor, aún entre las mismas escuelas (TABLA 2.4).

Por otra parte, en la bibliografía, se encuentra que la mayor

parte de los modelos matemáticos se refieren al empleo de únicamente agua. Así, el trabajo desarrollado por Amirtharajah (1978) permite determinar la condición óptima de lavado en función de la porosidad del lecho. Este modelo indica que la velocidad de lavado requerida es aquella con la cual la porosidad aumenta entre 0.69 y 0.75. Sin embargo, la superioridad del método de lavado con aire y agua ha dejado en desuso esta teoría.

Como resultado de la indefinición de los criterios, la complejidad del desarrollo teórico y los diferentes sistemas comerciales de distribución del agua, muchos ingenieros afirman que para cada planta los requisitos de diseño sólo pueden determinarse experimentalmente, aunque para ello sea necesario invertir dinero y tiempo.

Por último, no está por demás recalcar las consecuencias de lavados ineficientes ya sea por diseño u operación:

- a) Pérdida del empaque
- b) Consumo no rentable de agua para lavado
- c) Disminución de la duración de corridas
- d) Disminución de la eficiencia de filtración

TABLA 2.4 Recopilación de algunos criterios de lavado

REFERENCIA	
DEGREMONT (1979)	a) Lavado con agua, 15% de expansión como mínimo. Gasto en función de la viscosidad y el tamaño efectivo. b) Lavado con agua y aire simultáneamente. Velocidad mínima del agua durante el lavado de 5 m/h. Velocidad mínima del agua durante el enjuague de 12 m/h. c) Lavado con agua y aire sucesivamente. Primero sólo aire y después agua hasta la velocidad de fluidificación.
CEPIS (1981)	a) Lavado con agua. Máxima eficiencia de lavado cuando la velocidad provoca una expansión de 0.69 a 0.75. b) Lavado aire y agua sucesivos. Aire durante 3 a 5 min entre 16 y 30 m/h. Agua durante 5 a 15 min entre 14 y 36 m/h. c) Lavado aire y agua simultáneos. Agua hasta expansión entre 10 y 15 % durante 2 a 3 min. Enjuague con sólo agua entre 36 y 47 m/h.
QURESHI (1982)	Lavado con agua a velocidad que provoque 20 a 50 % de fluidificación.
CORNET (1981)	a) Lavado con agua para fluidificación de entre 20 y 40 %. b) Lavado con agua y aire. 5 a 10 min con agua entre 25 y 30 m/h y aire entre 50 y 60 m/h. Enjuague de 5 min con agua a la misma velocidad.

2.7 Filtros de gran capacidad

En las últimas décadas se han modificado los filtros con la finalidad de aumentar su capacidad y duración de la corrida. Estos cambios se refieren básicamente a la constitución del lecho filtrante. En la técnica americana se utilizan medios múltiples (comúnmente duales) y en la europea se usan medios únicos de granulometría grande. En la TABLA 2.5 se presentan las principales características de ambas corrientes.

TABLA 2.5 Características de las técnicas de filtración americana y europea.

Característica	Americana	Europea
Medio filtrante	antracita-arena	arena
Tamaño efectivo (mm)	antracita 0.8-2.0 arena 0.4-0.8	0.5-2.0
Longitud del lecho (cm)	antracita 30-60 arena 15-30	122-183
Lavado	sólo agua	aire-agua

ADAPTADO DE: Coronado, 1981 y Metcalf and Eddy, 1979.

2.7.1 Lechos homogéneos con granulometría grande.

Una arena gruesa y relativamente homogénea proporciona un lecho más poroso con capilares de mayor tamaño. Los tamaños empleados son de 0.9 a 1.5 mm con un coeficiente de uniformidad lo más cercano posible a la unidad.

Para asegurar la calidad del filtrado se fija la altura del lecho a 1 m o más, según sea el tamaño. Con un fondo de boquillas se evita el empleo de grava y por tanto la construcción de tanques profundos. El gasto de operación es

de 7 a 10 m³/m².h (7 a 10 m/h) para una pérdida de carga de 1.5 a 2 m. El ejemplo más común de estos filtros son los Aquazur de Dégremont.

En estas condiciones el lecho se tapona en profundidad y la duración de la corrida es considerable. Como ejemplo se puede aplicar la ecuación (2.8) a un lecho filtrante constituido de arena con TE de 0.95 mm que trata agua de calidad mediocre (B=0.50) y tasa de filtración de 9.5 m/h, cuando la pérdida de carga alcanza los dos metros

$$l = \frac{Q (TE)^3 (\Delta H)}{B} = \frac{9.5 (0.95)^3 (2)}{60 \times 0.5} = 0.54$$

Por lo que la selección de una altura de 1 m asegura en buena medida la calidad del filtrado. La FIG 2.8 ilustra este comportamiento.

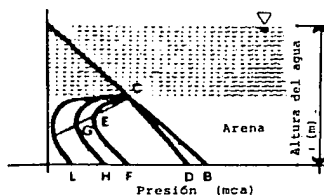


FIG 2.8 Curvas de presión, filtro con alta carga.

Para prevenir la estratificación de la arena se recomienda la utilización simultánea de agua y aire durante el lavado, sin fluidificar el medio. Esta operación es acompañada de un enjuague con sólo agua.

Puesto que lo ideal es que no se estratifique un filtro se ha optado por un medio simple y lavado con agua y aire

simultáneos para mezclar al medio. Esta práctica, común en Europa y reciente en los Estados Unidos (1977), permite emplear medios de gran tamaño sin tener un alto consumo de agua por la fluidificación durante la limpieza. Otras ventajas de los filtros de lecho homogéneo son una duración de corrida más larga, mayor producción de agua y un mejor rendimiento de filtración.

2.7.2 Lechos multicapas

Este tipo de lecho tiene los mismos objetivos que el lecho homogéneo y de los lechos finos. Se usan preferentemente por la escuela americana y son eficientes pero costosos. Al lavarlos se puede tener problemas de intermezclado de los medios.

Los filtros por gravedad de medio múltiple se componen de una capa superior de granulometría grande colocada sobre diferentes capas de tamaño cada vez más pequeño. Para no modificar este arreglo durante el lavado, se requiere que los materiales empleados tengan densidades mayores conforme están colocados en las partes inferiores del filtro. Así, se tiene que para la primera capa se emplea (en orden descendente) antracita o ilmenita, para la segunda carbón activado y para la última arena sílica.

En la TABLA 2.6 se presentan algunas combinaciones para filtros multicapas.

TABLA 2.6 Composición de los filtros multicapas

Filtros de medio dual	Filtros de medio múltiple
antracita-arena	antracita-arena-granate
carbón activado-arena	carbón activado-antracita-arena
resina-arena	esferas de resina-antracita-arena
resina-antracita	carbón activado-arena-granate

Con el fin de evitar al máximo el mezclado en la interfase de las capas se debe seleccionar los tamaños de manera que la expansión y la velocidad de caída de los granos sean prácticamente iguales para las diferentes capas. Considerando las leyes de la sedimentación se requiere por ejemplo, para un lecho de bicapas que

$$\frac{d_1}{d_2} = \left| \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_1 - \rho} \right|^{0.62} \quad (2.10)$$

donde

- d_1 : tamaño correspondiente al 60 % de la curva granulométrica del medio colocado en la parte superior.
- ρ_1 : densidad del medio colocado en la parte superior.
- ρ_2 : densidad del medio colocado en la parte inferior.
- d_2 : tamaño efectivo del medio inferior.
- ρ : densidad del líquido

La ecuación 2.10 supone que los granos tienen la misma esfericidad.

El lavado de un lecho de medios múltiples es más delicado debido a la baja densidad del material de la capa superior por lo que se emplean porcentajes de expansión pequeños con un máximo del 25%.

En la práctica una cierta mezcla entre las capas es

inevitable por lo que estas zonas se taponean cada vez más rápido. Los cuidados que deben tenerse con estos filtros conducen a pensar que es más favorable el empleo de lechos con un sólo medio.

Para determinar los espesores relativos de las capas se emplea la relación siguiente

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{d_{50(1)}}{d_{50(2)}} \quad (2.11)$$

Es decir, que cada capa tiene un espesor proporcional al tamaño de sus granos. La altura total del lecho es generalmente menor que la de un lecho homogéneo de granos grandes y se sitúa entre 0.6 y 0.9 m.

2.7.3 Filtración con floculación sobre el filtro.

Debido a su capacidad de retención los filtros de alta tasa se pueden operar de las siguientes maneras:

- coagulación seguida de floculación preliminar para formar microflóculos.

- filtración sin decantación previa y con la introducción de un ayudante de floculación (polielectrolito) antes del filtro; la floculación se completa en el interior del lecho filtrante y favorece la adhesión de los flóculos a los granos del medio. Este procedimiento permite un consumo reducido de coagulante pero requiere un seguimiento cuidadoso de la pérdida de carga, turbiedad y dosificación del coagulante. También el lavado requiere especial atención. En ocasiones se puede emplear una decantación parcial antes del filtro con

el objeto de disminuir la carga.

2.8 Operación de los filtros.

2.8.1 Regulación del gasto.

Los filtros rápidos por lo regular funcionan a un gasto constante. Uno de los sistemas de regulación más simples es el que actúa sobre el efluente. A la salida del filtro, se encuentra un rotámetro y una válvula parcialmente cerrada. Cuando el filtro está limpio, un regulador recibe una señal proveniente del rotámetro y aumenta gradualmente la abertura de la llave con el objeto de mantener constante la pérdida de carga total a través del filtro.

2.8.2 Corrida de filtración

La operación manual o semiautomática del filtro exige un control preciso que depende del tipo de filtro que se emplee.

i) Fase de filtración.

Una vez terminado el lavado, se cierran las válvulas A, B, C, D, E y F (FIG 2.1). Se abre parcialmente la válvula A para subir el nivel de agua a su altura normal, evitando provocar remolinos que disloquen la arena. Al término de esta operación, se abren totalmente la válvula A y la compuerta de salida B. Se verifica el gasto con un rotámetro.

La fase de filtración finaliza cuando la pérdida de carga alcanza el valor disponible (de 2 a 3 mca). Se cierra la válvula A y se continua la filtración hasta que el nivel del agua llega a la altura de las canaletas posteriormente, se cierra la válvula B.

ii) Lavado con agua

Se abren la válvula D, que da al drenaje y la E hasta que un manómetro colocado antes de la tubería alcance el máximo recomendado. En caso de que se cuente con un lavado superficial conviene mantenerlo en operación durante 5 min. Arrancar la bomba de agua de lavado y abrir lentamente la válvula C; ajustar el gasto al valor deseado. Se debe evitar un aumento brusco del gasto y verificar que la distribución del agua sea uniforme. Después de 4 a 5 min de iniciada la operación, medir la altura de expansión del lecho y continuar el lavado hasta que el agua salga limpia (75 UTN). Cerrar primero la válvula C y luego la D. Verificar si queda arena en la canaleta.

Cuando el lecho se vuelve a acomodar el filtro está listo para reiniciar la operación.

2.8.3 Problemas de operación

La mayor parte de los problemas operacionales se deben al lavado por gastos excesivos, insuficientes o de duraciones muy cortas.

Incluso con las condiciones óptimas de lavado se puede llegar a formar gradualmente aglomerados que afecten el funcionamiento del lecho. Además, puede llegar a taponarse todo el lecho cuando se emplean polímeros.

2.8.4 Medida de los aglomerados

Con la ayuda de un muestreador de cilindro se colectan porciones del lecho en la superficie hasta 15 cm de profundidad. Se criban las muestras en una malla de 2.5 mm y

se mide el volumen del remanente. Se calcula su relación con el volumen total del lecho y se expresa en porcentaje. Si el valor obtenido es inferior a 0.1% es que el medio se encuentra en buen estado; si es superior a 5% está en mal estado y debe efectuarse la reposición del medio o un lavado químico.

2.8.5 Lavado químico

Como reactivos se emplean sosa (2 a 15%), ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o hipoclorito de sodio. Se prefieren las soluciones alcalinas porque las ácidas atacan el acero. Para proceder a un lavado químico se sube el nivel del agua 30 cm por arriba del lecho y se disuelve el agente químico. Se abre la válvula F y se baja el nivel del agua hasta la altura del lecho. Se deja en remojo durante 24 h y se vacía el contenido al drenaje (válvula F). Después, se efectúa un lavado normal cuidando de enjuagar bien el filtro.

3. Metodología experimental.

El sistema en el que se desarrolla el trabajo experimental simula una filtración por gravedad a través de un medio simple. Este se encuentra ubicado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Universitaria con el propósito de tener un influente que refleje las condiciones existentes en las aguas que normalmente pueden ser tratadas mediante una filtración.

3.1 Descripción del modelo físico.

La instalación experimental básicamente consta de:

- Dos columnas de filtración
- Una línea de alimentación
- Un tanque de mezclado
- Una línea de lavado (aire-agua)

el diagrama de flujo se presenta en la FIG 3.1.

3.1.1 Columnas de filtración.

Las columnas de filtración son prismas rectangulares de 0.5 m por 0.5 m de sección y 3 m de altura. Están construídas con lámina negra de 3 mm de espesor y acrílico de 2.4 mm en la parte frontal. En el lado izquierdo, hay tres perforaciones, la superior para la alimentación, la intermedia para mantener el nivel de la columna de agua y la inferior para desechar el agua de lavado. en el lado derecho hay 9 válvulas de doble salida para conexión de piezómetros y toma de muestras a lo largo del medio. En la parte inferior, de cada columna, hay una válvula de compuerta para controlar la velocidad de

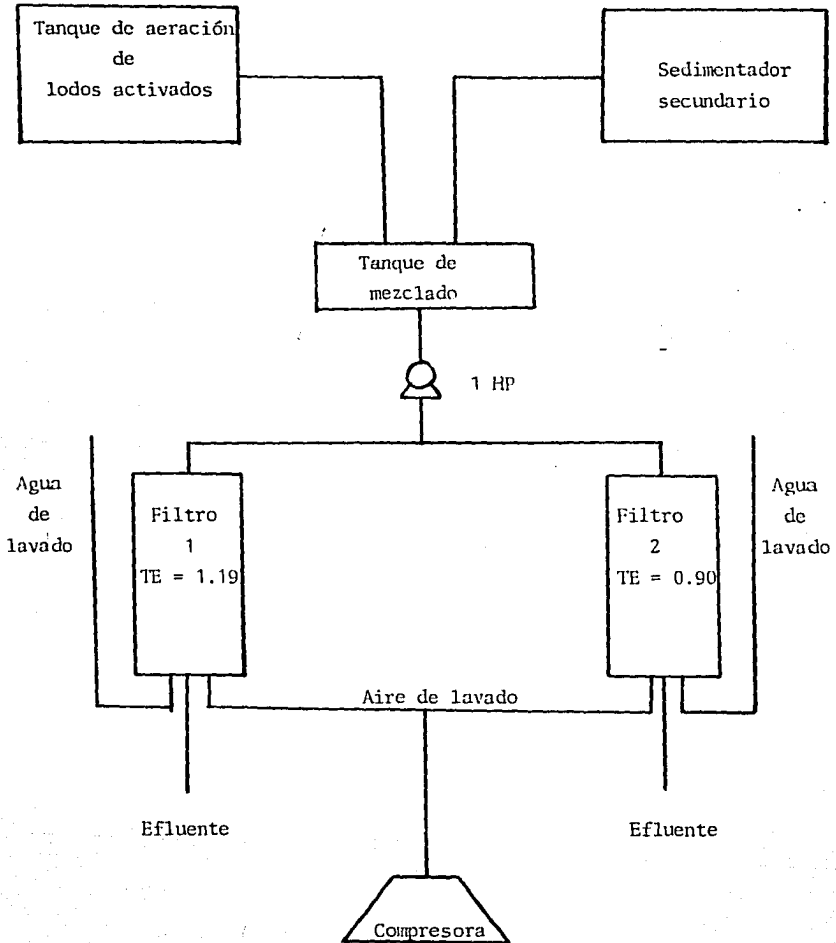
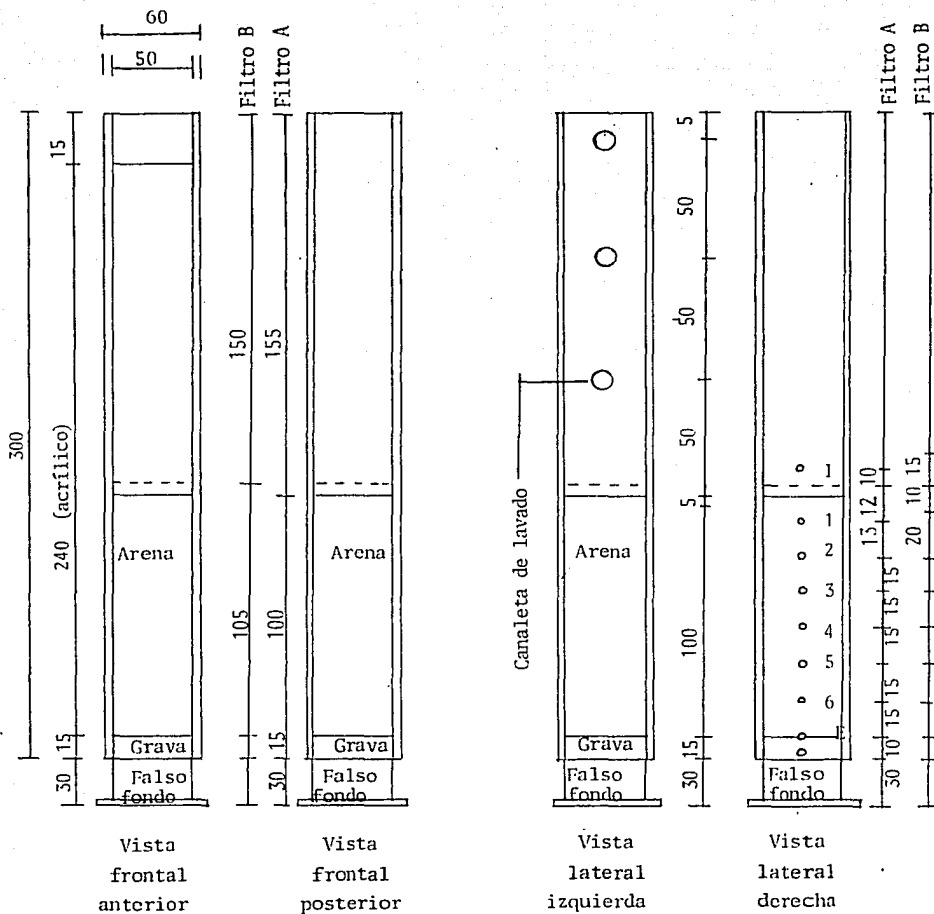


FIG. 3.1 Diagrama de flujo de la instalación



Acotaciones en cm

FIG 3.2 Filtros piloto. Vistas laterales.

filtración (FIG 3.2).

La columna # 1 está empacada con arena de T.E. = 1.19 y la columna # 2 con arena de T.E. = 0.90. En ambas, el espesor del lecho es de 1 m, aproximadamente.

3.1.2 Línea de alimentación.

Está constituida de una bomba de 1 HP, tubería de 3/4" y 1" de diámetro y dos válvulas de compuerta. La bomba cuenta con un sistema de recirculación para regular el flujo.

3.1.3 Tanque de mezclado.

Es de plástico reforzado y tiene una capacidad de 1.1 m³. Se alimenta con el efluente del sistema de lodos activados y el efluente del clarificador. De esta manera se prepara el influente del filtro a la turbiedad requerida.

3.1.4 Línea de lavado.

Consta de una línea de aire y una de agua. La primera parte de una compresora de 350 l de capacidad (marca Murguía-Kellogs) y desemboca en un difusor en forma de estrella colocado en el falso fondo de la columna de filtración. Para controlar el suministro de aire se utilizaron dos válvulas de globo y un manómetro. La tubería es de 1/2" de diámetro.

La línea de agua es una manguera de hule que se conecta en la parte inferior del filtro (retrolavado) y que, por facilidad, se toma de la línea de distribución de agua potable de C.U..

3.2 Preparación del medio

Para preparar el medio filtrante de acuerdo con las características requeridas (TE de 0.9 y de 1.2 mm y CU < 1.6) se cribó arena comercial del tamaño más grande disponible (TE de 0.8 y CU de 1.56). En esta operación se empleó un agitador mecánico con malla No 16 cuya abertura media es de 1.19 mm.

El tiempo de retención en el tamiz para la arena de TE de 1.2 mm fue aproximadamente de 1 min por kg de arena comercial. El rendimiento obtenido en este caso resultó de 40 % (400 g de arena útil por cada 1000 g de arena cribada). Para la arena de TE de 0.9 mm el tiempo de retención fue menor pero el rendimiento obtenido fue del 70%.

La determinación del tamaño efectivo y el coeficiente de uniformidad se efectuó a partir de la curva granulométrica de acuerdo con las recomendaciones de Juárez Badillo, 1977. La técnica es descrita en el ANEXO 1 junto con los resultados obtenidos para las arenas en estudio. Las principales características del medio filtrante se resumen en la TABLA 3.1.

TABLA 3.1 Características de los medios filtrantes empleados en el estudio.

Columna de filtración	TE mm	CU	Porosidad %	Densidad aparente
1	1.19	1.21	0.43	1.43
2	0.90	1.44	0.42	1.45

3.3 Procedimiento experimental.

3.3.1 Variables experimentales.

3.3.1.1. Tamaño efectivo del medio.

Como medio filtrante se utilizó arena sílica con tamaño efectivo de 1.19 y 0.90 mm. La selección de éstos se efectuó tomando en cuenta los resultados de estudios anteriores que emplearon arenas de 0.55 y 0.66 mm y que indicaron la conveniencia de aumentar el tamaño del medio (Jiménez, et. al. 1988).

3.3.1.2 Tasas de filtración.

Se operaron los filtros con cuatro tasas de filtración: 2, 4.6, 8.5 y 12.4 m/h. Los tres últimos valores se obtuvieron aplicando un diseño experimental lineal del tipo factorial con tres factores en tres niveles. El intervalo de estudio fue el correspondiente a la filtración de alta tasa, es decir de 2 a 15 m/h. Con esta metodología se obtiene la mayor información posible con el mínimo de ensayos.

3.3.1.3 Turbiedad del influente.

Para analizar la influencia de la turbiedad de entrada se seleccionaron 5, 10 y 15 UTN como turbiedades promedio para el influente. Estos valores son los que comúnmente se encuentran en efluentes secundarios y en algunas aguas superficiales (Coronado, 1984).

3.3.2 Corridas de filtración.

Las corridas de filtración se realizaron considerando todas las combinaciones posibles de las variables experimentales.

Para cada TE se efectuaron por duplicado las corridas de la TABLA 3.2. El número total de corridas fue de 48.

3.3.3 Parámetros empleados

Para conocer la eficiencia y el avance de cada corrida de filtración se determinaron los siguientes parámetros:

a) Turbiedad.- Se determinó en el influente, efluente y a lo largo del medio utilizando un nefélometro de campo modelo DRT 15 B, BF instruments con 4 escalas:

- 0 - 1; precisión de 0.02 UTN
- 0 - 10; precisión de 0.20 UTN
- 0 - 100; precisión de 2.00 UTN
- 0 - 200; precisión de 4.00 UTN

b) Pérdida de carga, ΔH .- Se obtuvo la pérdida de carga tomando como base la entrada del filtro (punto I, FIG 3.2) para cada punto de muestreo. La lectura se efectuaba en forma directa en los piezómetros de agua instalados a lo largo del medio.

c) Gastos de filtración.- Se midieron mediante aforos volumétricos.

d) Sólidos suspendidos totales, SST.- Se determinaron en el influente y el efluente de acuerdo con la técnica gravimétrica de los Métodos Estándar, 1980.

e) Tiempo.- Se efectuó un seguimiento de la duración de la corrida cada vez que se realizaba el muestreo. El final de la corrida de filtración se definió como el momento en el cual se agotaba la carga disponible para la filtración, o bien,

TABLA 3.2 Corridas de filtración.

No.	Turbiedad promedio del influente (UTN)	Velocidad de filtración (m/h)
1	5	2
2	5	4.6
3	5	8.5
4	5	12.4
5	10	2
6	10	4.6
7	10	8.5*
8	10	12.4
9	15	4.6
10	15	8.5
11	15	12.4

* cuadruplicado

cuando la eficiencia se deterioraba considerablemente. La carga máxima disponible se definió como

$$\Delta P_{\text{máx per}} = 100 \text{ cma} + \Delta P_{\text{inicial}} \quad (3.1)$$

3.3.4 Lavado.

Para el lavado de los filtros se empleó aire y agua en introducción simultánea en forma ascendente. La velocidad del agua fue de 10 a 15 m/h y la del aire de 50 a 60 m/h de acuerdo con las especificaciones de Cornet, 1981 y Huisman, 1974. La duración del lavado fue función del grado de ensuciamiento del medio y osciló entre 40 y 60 min.

4. Teoría de las superficies de respuesta.

Uno de los objetivos más importantes de muchas investigaciones de ingeniería es encontrar una fórmula que relacione una variable dependiente con una o más variables independientes para poder predecir su comportamiento. Tal relación sería de la forma

$$y = \phi(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (4.1)$$

Se acostumbra llamar a la función ϕ "función respuesta" o, simplemente, superficie de respuesta.

La función respuesta posee la ventaja de que puede emplearse en problemas de optimación en los cuales se trata de determinar el valor máximo o mínimo de la variable dependiente.

Los métodos estadísticos de predicción y optimación se agrupan frecuentemente bajo el nombre de análisis de superficies de respuesta. Uno de estos métodos es el de regresión múltiple. Este método minimiza la suma de los cuadrados de los errores (mínimos cuadrados) y supone que la función de respuesta ϕ puede ser representada por un polinomio del tipo

$$\begin{aligned} y_u = & b_0 + b_{11}x_{1u} + \dots + b_{kk}x_{ku} + b_{11}x_{1u}^2 + \dots \\ & \dots + b_{kk}x_{ku}^2 + b_{12}x_{1u}x_{2u} + \dots + b_{k-1,k}x_{k-1,u}x_{ku} \\ & + b_{111}x_{1u}^3 + \dots + e_u \end{aligned} \quad (4.2)$$

En la ecuación 4.2, las y_u son las respuestas observadas, las

x son los factores cuantitativos considerados en el arreglo, las b son los coeficientes desconocidos que deben ser determinados y, por último, e_u representa los errores aleatorios independientes de las x con media 0 y variancia σ^2 .

Suponga que un diseño experimental es seleccionado para estudiar la superficie de respuesta. El u -ésimo punto experimental de tal diseño es denotado por el vector ($1 \times k$) con componentes

$$(x_{1u}, x_{2u}, \dots, x_{ku}) \quad (4.3)$$

El conjunto de estos vectores forma la matriz de diseño siguiente:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{N1} & x_{N2} & & x_{Nk} \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

N debe ser superior o igual a L (número de coeficientes en el modelo que va a ser ajustado). La matriz D se aumenta añadiendo a la izquierda una columna donde el valor de las x es unitario (para el cálculo de b_0). La matriz resultante es:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{N1} & x_{N2} & & x_{Nk} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

También se tiene un vector de respuestas observadas y otro de

coeficientes:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_N \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

De esta forma el sistema de ecuaciones que se presenta es:

$$(X^T X)B = X^T Y \quad (4.8)$$

de donde resulta que el vector B se puede determinar de la siguiente forma:

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (4.9)$$

En este trabajo se empleó un diseño de primer orden (TABLA 4.1) es decir, se propuso una ecuación lineal, para cada tamaño de arena, de la forma

$$y = b_0 + b_1 v_f + b_2 UTN + b_3 l + e \quad (4.10)$$

donde,

y : eficiencia de filtración o pérdida de carga final.

b_i: constantes del modelo que se determinan a partir de los datos experimentales.

v_f: tasa de filtración.

UTN : turbiedad promedio del influente.

l : profundidad del lecho.

TABLA 4.1 Ensayos para una modelación lineal

No.	x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

x_i : variables independientes o factores.
 -1 : valor más pequeño de la variable.
 +1 : valor más grande de la variable.
 0 : valor central o medio de la variable.

Se manejaron datos experimentales promedio (excepto los centrales) y para facilitar el cálculo de los coeficientes se codificaron de acuerdo con las ecuaciones:

$$ccv_f = 0.264 v_f - 2.1795 \quad (4.11)$$

$$ccUTN = 0.2 UTN - 2 \quad (4.12)$$

$$cclFA = 0.0333 l - 2.3332 \quad (4.13)$$

$$cclFB = 0.0333 l - 2.5 \quad (4.14)$$

donde,

ccv_f : condición codificada de la tasa de filtración.

$ccUTN$: condición codificada de la turbiedad promedio del influente.

$cclFA$: condición codificada de la profundidad del lecho (filtro A).

$cclFB$: condición codificada de la profundidad del lecho (filtro B).

La verificación de la validez del modelo se lleva a cabo mediante el análisis de variancia (TABLA 4.2) con el estadístico F (F de Fisher). Si el valor calculado de F

resulta menor al valor de $F_{TABLAS \alpha=0.05}$ el modelo se considera adecuado.

TABLA 4.2 Análisis de variancia (ANOVA).

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b_1	1	$SCB1 = b_1 \sum_u x_{1u} y_u$	$CM1 = SCB1/g1$
b_2	1	$SCB2 = b_2 \sum_u x_{2u} y_u$	$CM2 = SCB2/g1$
b_3	1	$SCB3 = b_3 \sum_u x_{3u} y_u$	$CM3 = SCB3/g1$
Falta de ajuste	5	SCFA = **	CMFA = SCFA/g1
Error	3*	$SCE = \sum_{u=8}^{12} (y_u - \bar{y}_o)^2$	CME = SCE/g1
Total	11*		

* no-1 para el error

N-1 total

** SCFA = $\sum (y_u - \bar{y})^2 - SCE - SCB1 - SCB2 - SCB3$

donde,

b_1, b_2, b_3 : coeficientes obtenidos en la regresión.
 x_{1u}, x_{2u}, x_{3u} : variables independientes (factores).

y_u : variable dependiente (respuesta).

\bar{y} : la media de las respuestas.

N : número total de puntos (en nuestro caso 12).

n_o : número de puntos centrales (en nuestro caso 4).

\bar{y}_o : la media de los centrales.

g1 : grados de libertad.

5. Resultados

5.1 Calidad del influente.

La determinación de la calidad del influente se efectuó mediante el cálculo del factor de la ecuación de Hudson ó "índice de rompimiento" (breakthrough index)

$$B = \frac{Q TE^3 (\Delta H)}{l} \quad (5.1)$$

Para aplicar la ecuación 5.1 se necesita conocer la profundidad que alcanza el frente de filtración (l). Este dato se obtuvo a partir de las curvas de longitud el lecho vs eficiencia de remoción de turbiedad, considerando que la profundidad de penetración del flóculo es aquella en la que se tiene el 95% de la eficiencia. Los resultados se presentan en la TABLA 5.1.

TABLA 5.1 Factor de la ecuación de Hudson.

UTN inf.	Q (m ³ /m ² min)	TE = 0.90 mm			TE = 1.19 mm		
		l (m)	ΔH (m)	B	l (m)	ΔH (m)	B
5	0.033	0.17	1.015	0.144	0.17	0.990	0.324
5	0.077	0.25	1.125	0.253	0.18	1.108	0.799
5	0.142	0.42	1.208	0.298	0.40	1.160	0.694
5	0.207	0.42	1.320	0.474	0.52	1.323	0.887
10	0.033	0.35	1.048	0.072	0.87	1.025	0.066
10	0.077	0.30	1.112	0.208	0.30	1.045	0.452
10	0.142	0.34	1.295	0.394	0.37	1.254	0.811
10	0.207	0.51	1.413	0.418	0.52	1.330	0.892
15	0.077	0.28	1.158	0.232	0.34	1.115	0.426
15	0.142	0.44	1.260	0.296	0.39	1.215	0.745
15	0.207	0.48	1.410	0.443	0.65	1.335	0.716

Al comparar el promedio (sin considerar los extremos) de los valores obtenidos con los presentados en la TABLA 2.2 se observa que la calidad del influente para el filtro con arena de TE = 0.90 mm fue entre pobre y mediocre (B = 0.317), mientras que para el filtro con arena de TE = 1.19 mm se situó entre mediocre y buena (B = 0.663).

5.2 Superficie de respuesta.

Como se mencionó en el capítulo 4 se pretende establecer una ecuación lineal para cada tamaño de arena. Para calcular los coeficientes de las ecuaciones y hacer el análisis de variancia se utilizó el programa del ANEXO 2. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

5.2.1 Arena con tamaño efectivo de 0.90 mm (Filtro B).

La expresión para la pérdida de carga es

$$\Delta H_B = 121.229 + 8.789 v_f + 2.161 U_{TN} + 5.531 l \quad (5.2)$$

TABLA 5.2 ANOVA para la pérdida de carga.
TE = 0.90 mm

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b ₁	1	613.032	613.032
b ₂	1	104.404	104.404
b ₃	1	244.758	244.758
falta de ajuste	5	2.176	0.435
error	3	26.188	8.729

$$F = 0.435/8.729 = 0.0498$$

$$F_{TABLAS} \alpha = 0.05 = 9.01$$

La eficiencia se obtiene mediante la expresión

$$\eta_B = 0.856 + 0.02 v_f + 0.047 \text{ UTN} + 0.029 \text{ l} \quad (5.3)$$

TABLA 5.3 ANOVA para la eficiencia.
TE = 0.90 mm

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b ₁	1	0.003	0.003
b ₂	1	0.035	0.035
b ₃	1	0.007	0.007
falta de ajuste	5	-0.003	-0.0005
error	3	0.004	0.0013

Como la suma de cuadrados de la falta de ajuste (SCFA) resultó negativa se ajusta la ecuación utilizando una forma alternativa. Esta consiste en calcular la SCFA con los puntos no centrales:

$$\text{SCFA} = \sum_{u=1}^B (y_u - \bar{y}_u)^2 \quad (5.4)$$

y a partir de este valor se determina y ajusta el coeficiente "más sensible" que, para este caso resultó ser b₂.

Al aplicar lo anterior, la expresión 5.3 se modifica a

$$\eta_B = 0.865 + 0.02 v_f - 0.034 \text{ UTN} + 0.0291 \text{ l} \quad (5.5)$$

TABLA 5.4 ANOVA para la eficiencia con modificaciones
TE = 0.90 mm

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b ₁	1	0.003	0.003
b ₂	1	-0.0025	-0.0025
b ₃	1	0.007	0.007
falta de ajuste	5	0.035	0.007
error	3	0.004	0.0013

Así el valor de F es :

$F = 0.007/0.0013 = 5.385 < 9.01$ que demuestra la validez del modelo.

5.2.2. Arena de tamaño efectivo de 1.19 mm. (Filtro A)

En este caso, la pérdida de carga se expresa como sigue .

$$\Delta H_A = 119.071 + 8.486 v_f - 0.166 UTN + 3.806 l \quad (5.6)$$

TABLA 5.5 ANOVA para la pérdida de carga
TE = 0.90 mm

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b ₁	1	576.597	576.300
b ₂	1	-3.905	-3.905
b ₃	1	115.900	115.900
falta de ajuste	5	81.947	16.389
error	3	33.868	11.289

$$F = 16.389/11.289 = 1.452 < 9.01$$

La expresión para la eficiencia es

$$\eta_A = 0.833 - 0.028 v_f + 0.040 UTN + 0.078 l \quad (5.7)$$

TABLA 5.6 ANOVA para la eficiencia
TE = 1.19 mm

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
b ₁	1	0.007	0.007
b ₂	1	0.021	0.021
b ₃	1	0.049	0.049
falta de ajuste	5	0.041	0.008
error	3	0.004	0.001

El valor de F es = $0.008/0.001 = 5.746 < 9.01$

Note que en todos los casos $F_{calculada} < F_{tablas}$ por lo que los modelos se consideran adecuados.

5.3 Interpretación de resultados.

En resumen, las ecuaciones para la pérdida de carga son

$$\Delta H_B = 121.229 + 8.789 v_f + 2.161 UTN + 5.531 l$$

$$\Delta H_A = 119.071 + 8.486 v_f - 0.166 UTN + 3.806 l$$

Observe que para el tamaño de arena menor (0.9 mm) la influencia de la calidad del influente es muy notoria y positiva (+2.161) mientras que para la arena de mayor tamaño ésta prácticamente no interviene e incluso tiene un valor negativo. En cuanto a la profundidad del lecho (l) resultó el factor más relevante para el medio de 0.9 mm que para el de 1.19 mm (5.531 vs 3.806) y por otro parte, la velocidad afecta prácticamente del mismo modo en ambos casos.

Adicionalmente, de las EC 5.2 y 5.6 se tiene que para las mismas condiciones (v_f , UTN y l, iguales) la pérdida de carga obtenida con la arena de mayor tamaño es menor, permitiendo duraciones de corrida más largas. Como ejemplo se aplicaron las ecuaciones para una velocidad de filtración de 10 m/h, turbiedad promedio del influente de 10 UTN y profundidad de lecho de 1 m

$$\Delta H_B = 129.87 \text{ cmca para TE de } 0.90 \text{ mm}$$

$$\Delta H_A = 126.77 \text{ cmca para TE de } 1.19 \text{ mm}$$

En el caso de las ecuaciones de eficiencia

$$\eta_B = 0.856 + 0.02 v_f - 0.0034 \text{ UTN} + 0.0291 l \text{ para TE de } 0.9 \text{ mm}$$

$$\eta_A = 0.833 - 0.028 v_f + 0.040 \text{ UTN} + 0.078 l \text{ para TE de } 1.19 \text{ mm}$$

éstas indican que el factor que tiene mayor influencia (en ambos casos) es l , siendo más notorio para el medio de granulometría mayor. La calidad del influente es evidente que no afecta la eficiencia en el caso del filtro B (TE = 0.9 mm) pero en el filtro A sí. La velocidad de filtración influye prácticamente en el mismo grado en los dos medios.

5.4 Duración de corridas

Para ambos medios se observa que la duración de corrida (TABLA 5.7) se ve afectada tanto por la velocidad de filtración como por la turbiedad del influente en forma inversa, es decir, conforme se incrementan estas últimas disminuye la duración.

TABLA 5.7 Duraciones de corrida

UTN influyente	v_f m/h	Duración de corrida		m^3 de agua producida	
		TE=0.9 mm	TE=1.19 mm	0.9 mm	1.19 mm
5	2	20.38	24.42	10.19	12.21
5	4.6	12.25	15.54	14.09	17.87
5	8.5	11.05	16.34	23.48	34.72
5	12.4	6.05	7.38	18.76	22.88
10	2.0	8.84	9.67	4.42	4.84
10	4.6	7.13	8.17	8.20	9.40
10	8.5	5.54*	6.13#	11.77	13.03
10	12.4	4.00	4.50	12.40	13.95
15	4.6	3.74	5.14	4.30	5.91
15	8.5	2.81	2.55	5.97	5.42
15	12.4	1.96	2.40	6.08	7.44

* Promedio corrida 7 y 5

Promedio corrida 6 y 8

En la FIG 5.1 se observa que la relación entre la velocidad de filtración y la duración de corrida es lineal para los dos tamaños de arena a 10 UTN y a 15 UTN. Para 5 UTN la relación es exponencial. Además, es evidente que para la arena de TE = 1.19 mm se tienen duraciones de corrida mayores. Esta diferencia es aún más notoria a bajas velocidades.

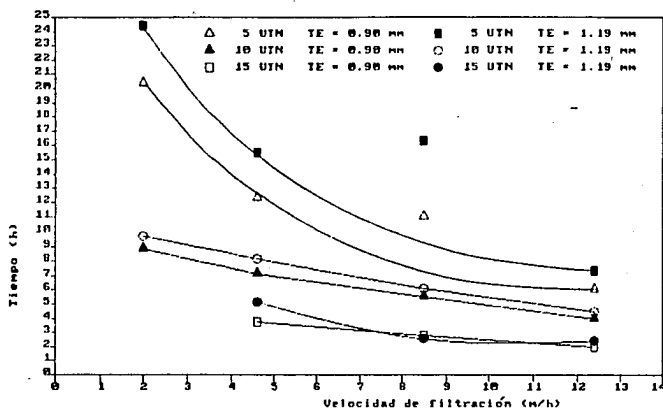


FIG 5.1 Influencia de la velocidad de filtración en la duración de corrida.

5.5 Eficiencia

5.5.1 Influencia del tiempo en la eficiencia.

En las gráficas de tiempo vs eficiencia (ANEXO 4) se aprecia que para ambos medios el rendimiento es prácticamente constante; ésto es más evidente para 10 y 15 UTN. En especial para 5 UTN se aprecia un incremento ligero en la eficiencia al inicio de cada corrida y después se estabiliza. El tiempo que transcurre para tener esta tendencia (maduración del filtro) disminuye conforme se incrementa la tasa de

filtración.

En las gráficas de tiempo vs turbiedad (ANEXO 4) se observa, para ambos TE, que a pesar de que la turbiedad del influente no fue constante a través del tiempo la del efluente lo es, resultando muy cercana a la unidad.

5.5.2 Influencia de la velocidad de filtración en la eficiencia.

En la sección 5.3 se mencionó que la velocidad de filtración influye prácticamente en el mismo grado para ambos medios. Esto se confirma con la FIG 5.2 donde también se aprecia que la eficiencia para 5 UTN es menor en comparación con las otras turbiedades de 10 y 15 UTN debido muy probablemente a la diferencia del tamaño de los flóculos. Asimismo, es interesante notar que para la turbiedad de 5 UTN hay un pequeño incremento en la eficiencia conforme aumenta la velocidad (exceptuando para $v_f = 2$ m/h) mientras que para 10 y 15 UTN la tendencia es prácticamente constante.

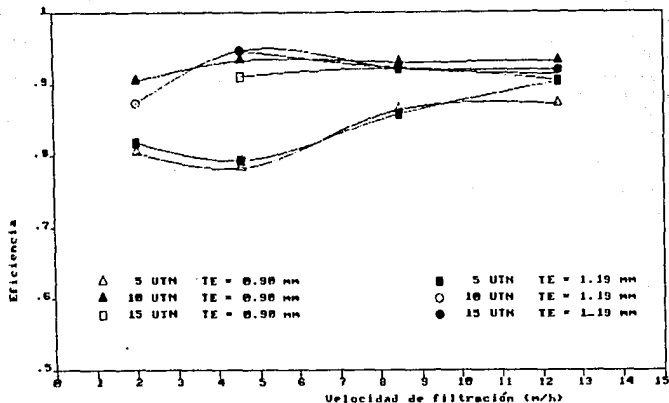


FIG 5.2 Influencia de la velocidad de filtración en la eficiencia.

5.5.3 Influencia de la profundidad del lecho en la eficiencia.

En las gráficas del espesor del lecho filtrante (l) vs la eficiencia (η) (ANEXO 4) se observa un incremento apreciable del rendimiento en los primeros centímetros del medio después de los cuales tiende a permanecer constante. Esto indica que la mayor parte de los sólidos se retiene en las capas superiores del lecho.

5.6 Lavado

El lavado se llevó a cabo de la misma forma en ambos filtros siguiendo las especificaciones mencionadas en la sección 3.3.4 (10 a 15 m/h de agua y 50 a 60 m/h de aire). El agua de la canaleta de lavado, al finalizar el mismo, se obtenía con

una turbiedad entre 15 y 30 UTN, que es inferior al valor recomendado por Beaudry, 1984, de 75 UTN.

Durante el estudio se presentó un crecimiento de algas por lo que fue necesario lavar los filtros con "cloro" (hipoclorito de sodio).

También la eficiencia del lavado se verificó mediante la evaluación de la pérdida de carga. Si al iniciar la corrida la ΔP resultaba apreciablemente mayor a la reportada en la TABLA 5.8 el lavado había sido ineficiente y era necesario repetir la operación.

TABLA 5.8 Pérdida de carga inicial

v_f (m/h)	ΔP (cmca)	
	TE = 0.90 mm	TE = 1.19 mm
2.0	8	5
4.6	18	15
8.5	30	23
12.4	45	35

6. Conclusiones

En los anteriores trabajos sobre filtración descendente realizados en el Instituto de Ingeniería de la UNAM se indicó la conveniencia de continuar la experimentación con TE mayores a los estudiados para así determinar los parámetros óptimos de diseño para la filtración de un efluente de tipo biológico. Con este trabajo se logró finalmente obtener una duración de corrida rentable (24 h para UTN de 5 y v_f de 2 m/h).

Por otra parte, durante la investigación se encontró que prácticamente no existe diferencia entre la eficiencia obtenida para ambos medios. En efecto, los promedios para las corridas efectuadas son de 0.89 ± 0.035 para la arena de TE = 0.90 mm y de 0.895 ± 0.040 para la de TE = 1.19 mm.

Con base en lo mencionado en el párrafo anterior y al volumen de agua producido para las distintas condiciones de operación se recomienda que:

a) para turbiedades promedio de influente entre 5 y 10 UTN se utilice arena sílica de TE = 1.19 mm y una tasa de filtración de 8.5 m/h.

b) para 10 UTN se seleccionó esta velocidad, a pesar de que se produce menor cantidad de agua que a 12.4 m/h, por la duración de corrida. Así el lavado menos frecuente hace que la diferencia entre el agua producida a ambas tasas no sea

apreciable.

c) para turbiedades promedio de influente de 15 UTN se opere también con arena de $TE = 1.19$ mm pero a una tasa de filtración de 12.4 m/h.

d) se utilice una profundidad de lecho de 1 m para asegurar la calidad del efluente ya que se obtuvieron longitudes de penetración de flóculo hasta de 65 cm (TABLA 5_1).

7. BIBLIOGRAFIA

Arboleda, V. J. (1981), "Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua", CEPIS/OMS, pp. 558

Beaudry, J. P. (1984), "Traitement des Eaux", Le Griffon d'argile inc., pp. 231

Cornet, J. C. (1981), "Considérations de génie chimique sur les différents modes de lavage des filters rapides", La Technique de L'eau et de L'assainissement, No. 412, Avril, pp. 7-23

Coronado, A. (1984), "Diseño e instalación de un modelo para filtración directa de aguas turbias" Tesis, DEPEFI, UNAM.

Dahab, M. y Young, J. (1977), "Unstratified-Bed Filtration of Wastewater", Journal of Environmental Engineering Division, Vol. 2, EE1, pp. 21-36

Dawda M., Davidson M. y Middlebrooks E. (1978), "Granular media filtration of secondary effluent", Journal WPCF, September, pp. 2143-2156

Dégremont (1979), "Manual técnico del agua", 4a. Edición, pp. 1216

Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (1983), "Manual de tratamiento de aguas negras", Limusa, México. pp. 303

Hudson, H. E. (1963) "Functional design of rapid sand filters", Journal of the Sanitary Engineering Division. Proceedings of the ASME, Vol. 89, No. 1, pp. 17-28

Jiménez, B., et. al. (1988), "Determinación de los principales parámetros de diseño para la filtración de efluentes secundarios". Informe elaborado para la SARH, por el Instituto de Ingeniería, UNAM. Enero. pp. 222

Juárez Badillo, E. (1977) "Mecánica de suelos" Tomo I, Limusa, pp. 642

Metcalf y Eddy (1979), "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse", Mc Graw-Hill, pp. 227-373

Meunier, F. (1985), "Utilización de la turba para el tratamiento de aguas residuales"

Miller, I. and J. Freund (1984), "Probabilidad y Estadística para Ingenieros", Reverté, México. pp. 405

Peng, K. C. (1967), "The design and analysis of scientific experiments", Addison-Wesley Publishing Company, pp 252 52

Gureshi, N. (1982), "The effect of backwashing rate on filter performance", Journal AWWA, Vol. 74, pp. 242-248

Rice, A. H. (1974), "High-Rate Filtration", Journal AWWA, Vol. 66, April, pp. 258-261

A N E X O S

ANEXO 1

Descripción de la técnica del análisis granulométrico

- Colocar la muestra de arena (~ 100g) en un juego de mallas dispuestas en orden descendente de aberturas y efectuar un cribado intenso durante 5 min como mínimo, en un agitador mecánico especial (Ro-tap).
- Pesarse la arena retenida en cada malla y calcular el porcentaje retenido en función del peso total de la muestra.
- Sumar los porcentajes anteriores con los de las mallas mayores para obtener el porcentaje retenido acumulado hasta cierta malla.
- Obtener el porcentaje que pasa acumulado restandole a 100 el porcentaje retenido acumulado (para cada malla).
- Graficar en papel semilogarítmico la abertura de la malla contra el porcentaje que pasa acumulado para obtener la curva granulométrica.
- De la curva granulométrica obtener el tamaño efectivo (TE) y el coeficiente de uniformidad. El primero corresponde al valor de la abertura del 10% mientras que el segundo se calcula relacionando los tamaños de las aberturas del 60 y 10%.

TABLA A1 RESULTADOS GRANULOMETRICOS PARA LA ARENA DE TE 1.19

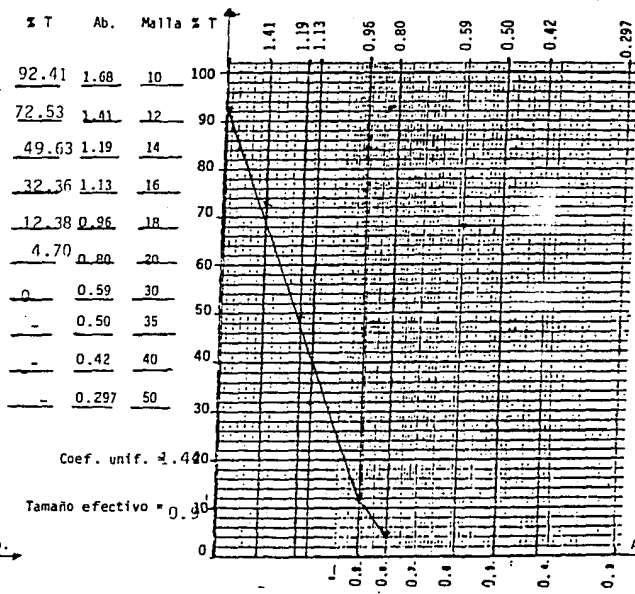
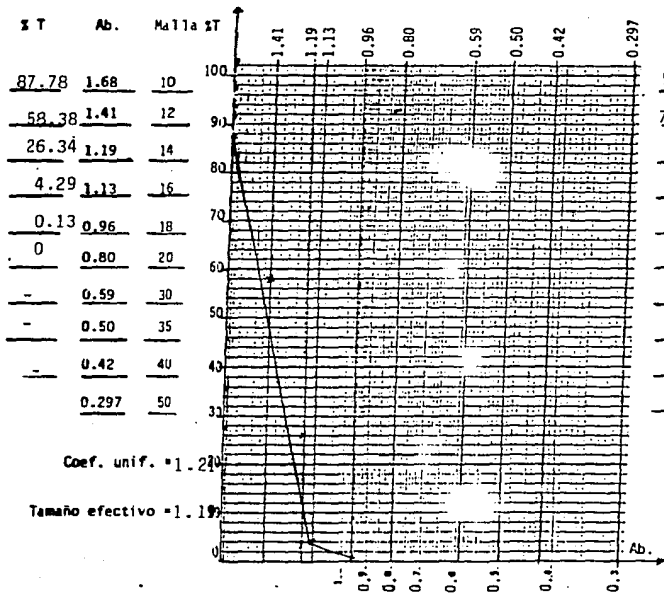
No de malla	Abertura mm	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
10	1.68	12.22	87.78
12	1.41	29.40	58.38
14	1.19	32.04	26.34
16	1.13	22.05	4.29
18	0.96	4.16	0.14
20	0.80	0.14	0
30	0.59	0	0

TABLA A2 RESULTADOS GRANULOMETRICOS PARA LA ARENA DE TE 0.90

No de malla	Abertura mm	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado
10	1.68	7.59	92.41
12	1.41	19.88	72.53
14	1.19	22.90	49.63
16	1.13	17.27	32.36
18	0.96	19.98	12.38
20	0.80	7.68	4.70
30	0.59	4.70	0

ANALISIS GRANULOMETRICOS

HOJA DE DATOS



A N E X O 2

PROGRAMA. SUPERFICIE DE RESPUESTA Y ANALISIS
DE VARIANCIA .

```

10 CLS
20 REM SUPERFICIE DE RESPUESTA LINEAL
30 PRINT "NUMERO DE ENSAYOS"
40 INPUT N
50 DIM I(N), X1(N), X0(N), X2(N), X3(N), Y(N), WX(N)
60 DIM SUM(100)
70 OPEN "I", #1, "A:MONIA"
80 FOR I=1 TO N
90 IF EOF(1) THEN 130
100 INPUT #1, I(I), X1(I), X2(I), X3(I), Y(I), WX(I)
110 NEXT I
120 CLOSE #1
130 FOR I=1 TO N
140 PRINT USING "###.###"; I(I), X1(I), X2(I), X3(I), Y(I)
150 NEXT I
160 FOR I=1 TO N
170 X0(I)=1
180 NEXT I
190 FOR I=1 TO 24
200 SUM(I)=0
210 NEXT I
220 FOR I=1 TO N
230 SUM(1)=SUM(1)+X0(I)^2
240 SUM(2)=SUM(2)+X0(I)*X1(I)
250 SUM(3)=SUM(3)+X0(I)*X2(I)
260 SUM(4)=SUM(4)+X0(I)*X3(I)
270 SUM(5)=SUM(5)+X1(I)*X0(I)
280 SUM(6)=SUM(6)+X1(I)^2
290 SUM(7)=SUM(7)+X1(I)*X2(I)
300 SUM(8)=SUM(8)+X1(I)*X3(I)
310 SUM(9)=SUM(9)+X2(I)*X0(I)
320 SUM(10)=SUM(10)+X2(I)*X1(I)
330 SUM(11)=SUM(11)+X2(I)^2
340 SUM(12)=SUM(12)+X2(I)*X3(I)
350 SUM(13)=SUM(13)+X3(I)*X0(I)
360 SUM(14)=SUM(14)+X3(I)*X1(I)
370 SUM(15)=SUM(15)+X3(I)*X2(I)
380 SUM(16)=SUM(16)+X3(I)^2
390 SUM(17)=SUM(17)+X0(I)*Y(I)
400 SUM(18)=SUM(18)+X1(I)*Y(I)
410 SUM(19)=SUM(19)+X2(I)*Y(I)
420 SUM(20)=SUM(20)+X3(I)*Y(I)
430 NEXT I
440 FOR I=1 TO 20
450 PRINT "SUM(";I;")=";SUM(I)
460 NEXT I
470 REM FORMACION DE LAS UNIDADES
480 DIM A(4,4), X(4), BY(4), L(4,4), U(4,4), YF(4), XF(4)
490 A(1,1)=SUM(1): A(1,2)=SUM(2): A(1,3)=SUM(3): A(1,4)=SUM(4): BY(1)=SUM(17)
500 A(2,1)=SUM(5): A(2,2)=SUM(6): A(2,3)=SUM(7): A(2,4)=SUM(8): BY(2)=SUM(18)
510 A(3,1)=SUM(9): A(3,2)=SUM(10): A(3,3)=SUM(11): A(3,4)=SUM(12): BY(3)=SUM(19)
520 A(4,1)=SUM(13): A(4,2)=SUM(14): A(4,3)=SUM(15): A(4,4)=SUM(16): BY(4)=SUM(20)
530 REM METODO POR FACTORIZACION
540 REM FORMACION DE L(N,N) Y U(N,N)
550 FOR I=1 TO 4

```



```

560 FOR J=1 TO 4
570 L(I,J)=0
580 U(I,J)=0
590 NEXT J
600 NEXT I
610 FOR I=1 TO 4
620 L(I,I)=1
630 NEXT I
640 FOR I=1 TO 4
650 FOR J=1 TO 4
660 PRINT "A(";I;",";J;")=";A(I,J)
670 NEXT J
680 PRINT "BY(";I;")=";BY(I)
690 NEXT I
700 U(1,1)=A(1,1)
710 FOR I=2 TO 4
720 L(I,1)=(1/U(1,1))*(A(I,1)-(L(I,2)*U(2,1)+L(I,3)*U(3,1)+L(I,4)*U(4,1)))
730 NEXT I
740 U(2,2)=(1/L(2,2))*(A(2,2)-(L(2,1)*U(1,2)+L(2,3)*U(3,2)+L(2,4)*U(4,2)))
750 FOR I=3 TO 4
760 L(I,2)=(1/U(2,2))*(A(I,2)-(L(I,1)*U(1,2)+L(I,3)*U(3,2)+L(2,4)*U(4,2)))
770 NEXT I
780 FOR J=3 TO 4
790 U(2,J)=(1/L(2,2))*(A(2,J)-(L(2,1)*U(1,J)+L(2,3)*U(3,J)+L(2,4)*U(4,J)))
800 NEXT J
810 FOR J=3 TO 4
820 U(3,J)=(1/L(3,3))*(A(3,J)-(L(3,1)*U(1,J)+L(3,2)*U(2,J)+L(3,4)*U(4,J)))
830 NEXT J
840 L(4,3)=(1/U(3,3))*(A(4,3)-(L(4,1)*U(1,3)+L(4,2)*U(2,3)+L(4,4)*U(4,3)))
850 U(4,4)=(1/L(4,4))*(A(4,4)-(L(4,1)*U(1,4)+L(4,2)*U(2,4)+L(4,3)*U(3,4)))
860 FOR I=1 TO 4
870 FOR J=1 TO 4
880 PRINT "L(";I;",";J;")=";L(I,J); "U(";I;",";J;")="; U(I,J)
890 NEXT J
900 NEXT I
910 REM CALCULO DE Y
920 YF(1)=BY(1)*L(1,1)
930 YF(2)=(BY(2)-L(2,1)*YF(1))/L(2,2)
940 YF(3)=BY(3)-L(3,1)*YF(1)-L(3,2)*YF(2)
950 YF(4)=BY(4)-L(4,1)*YF(1)-L(4,2)*YF(2)-L(4,3)*YF(3)
960 FOR I=1 TO 4
970 PRINT "YF(";I;")="; YF(I)
980 NEXT I
990 REM CALCULO DE XF
1000 XF(4)=YF(4)/U(4,4)
1010 XF(3)=(YF(3)-U(3,4)*XF(4))/U(3,3)
1020 XF(2)=(YF(2)-U(2,3)*XF(3)-U(2,4)*XF(4))/U(2,2)
1030 XF(1)=(YF(1)-U(1,2)*XF(2)-U(1,3)*XF(3)-U(1,4)*XF(4))/U(1,1)
1040 PRINT " LOS VALORES DE LAS INCOGNITAS "
1050 FOR I=1 TO 4
1060 PRINT "XF(";I;")=";XF(I)
1070 NEXT I
1080 BY1=XF(1)*SUM(1)+XF(2)*SUM(2)+XF(3)*SUM(3)+XF(4)*SUM(4)
1090 BY2=XF(1)*SUM(5)+XF(2)*SUM(6)+XF(3)*SUM(7)+XF(4)*SUM(8)
1100 BY3=XF(1)*SUM(9)+XF(2)*SUM(10)+XF(3)*SUM(11)+XF(4)*SUM(12)
1110 BY4=XF(1)*SUM(13)+XF(2)*SUM(14)+XF(3)*SUM(15)+XF(4)*SUM(16)
1120 PRINT "COMPROBACION"; BY1;BY2;BY3;BY4

```

```
1130 B0=SUM(21)/N
1140 PRINT "B0="; B0
1150 B1Y=SUM(17)/SUM(1)
1160 PRINT "B1Y="; B1Y
1170 B2Y=SUM(18)/SUM(6)
1180 PRINT "B2Y="; B2Y
1190 B3Y=SUM(19)/SUM(11)
1200 PRINT "B3Y="; B3Y
1210 B4Y=SUM(20)/SUM(16)
1220 PRINT "B4Y="; B4Y
1230 REM SUMA DE CUADRADOS
1240 SCB1=XF(2)*SUM(18)
1250 SCB2=XF(3)*SUM(19)
1260 SCB3=XF(4)*SUM(20)
1270 PRINT "SCB1="; SCB1; "SCB2="; SCB2; "SCB3="; SCB3
1280 YM=SUM(17)/N
1290 FOR I=1 TO N
1300 SUM(21)=SUM(21)+(Y(I)-YM)^2
1310 NEXT I
1320 PRINT "SUMA TOTAL DE CUADRADOS POR FALTA DE AJUSTE POR Y=" USING "###.##"
    SUM(21)
1330 FOR I=9 TO 12
1340 SUM(22)=SUM(22)+Y(I)
1350 NEXT I
1360 YO=SUM(22)/4
1370 PRINT "YO="; YO
1380 FOR I=9 TO 12
1390 SUM(23)=SUM(23)+(Y(I)-YO)^2
1400 NEXT I
1410 PRINT "LA SC POR FALTA DE AJUSTE DEL AJUSTE DEL ERROR CENTRAL ES"; SUM(2)
1420 REM SC POR FALTA DE AJUSTE
1430 SCFA=SUM(21)-SUM(23)-SCB1-SCB2-SCB3
1440 PRINT "LA SC POR FALTA DE AJUSTE DE Y ES"; SCFA
1450 REM CALCULO DE LOS CUADRADOS MEDIOS
1460 CMFA=SCFA/5
1470 PRINT "EL CM DE LA FALTA DE AJUSTE DE Y ES"; CMFA
1480 CME=SUM(23)/3
1490 PRINT "EL CM DEL ERROR EXPERIMENTAL DE Y ES"; CME
1500 F=CMFA/CME
1510 PRINT "F="; F
1520 END
```

A N E X O 3

HOJAS DE RESULTADOS.

F I L T R O 2 - B

TE = 0.90 mm

No. COPPIA: 19

T.E. : 3.2

FILTRO No. 2-B

MESITA No	TIEMPO hrs.	GASTO litros	TASA DE FILTRACION Litro										RESERVAZ INFLUYENTE :					EST			
			I N F L U Y E N T E										E					I	E		
			1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	0.14	3	1.2	1.6	1.1	1.5	1.4	1.2	1.5	0	1.2	1	3	4.0	5.5	6.5	7.5	4	0.5	
2	4.67	0.14	6	1.3	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	0	3.5	4.5	5	6.5	7	8	9.5	10	1	
3	6.17	0.14	9.2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.7	0	14	15	15.5	15.5	17.5	18	18.5	25	2	
4	11.67	0.14	5.6	1.7	2	1.8	1.9	1.3	1.3	1.2	0	33	34	34.5	35.2	35	35.6	37.3	15	5	
5	12.33	0.14	7	1.5	1.6	1.6	2	1.4	2	1.5	0	46	46.5	47.1	49	49.4	49	50	22	4	
6	14.75	0.14	5	1.4	1.4	2	1.5	1.4	1.4	1.4	0	57.5	58.4	59	59.5	60	60.5	61	19	9	
7	15.53	0.14	6.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.4	0	68	68.5	69	69.5	70	70.5	71	12	8	
8	17.91	0.14	7	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.4	1.2	0	73.5	74	74.7	75	75.7	76	76.5	30	5	
9	19.36	0.14	4.6	1.5	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0	85	85.5	86	86.5	87	87.5	88	14	8	
10	20.25	0.14	5	1.4	1.1	1.5	1.2	1.1	1	1.4	0	95	99	100	100.5	101	101.5	102	22	1	
EFICIENCIAS				1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7										1/8	
			0.600	0.457	0.679	0.506	0.575	0.679	0.739	0.739										0.739	
			0.790	0.717	0.732	0.733	0.730	0.735	0.735	0.735										0.600	
			0.524	0.673	0.652	0.712	0.712	0.692	0.733											0.673	
			0.656	0.645	0.679	0.679	0.719	0.768	0.768	0.768										0.679	
			0.743	0.771	0.771	0.714	0.630	0.714	0.735											0.619	
			0.720	0.720	0.600	0.630	0.712	0.720	0.720											0.530	
			0.781	0.781	0.787	0.737	0.765	0.781	0.737											0.353	
			0.629	0.814	0.829	0.829	0.843	0.600	0.629											0.800	
			0.674	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739										0.423	
			0.720	0.760	0.761	0.760	0.753	0.800	0.721											0.954	
PROMEDIO			0.712	0.715	0.716	0.714	0.741	0.737	0.739											0.737	
RESERVAZION ESTANDE			0.661	0.657	0.665	0.684	0.672	0.657	0.738												0.259

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 8028

No CORRIJA: 11

T.E. = 1.7

FILTRO No. 2-2

TASA DE FILTRACION 4.6 m³/h

TEMPERATURA INFLUYENTE 5

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD NTU										P (CMCA)					SET					
			1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6	E	1	E	
1	0	0.32	2	1.5	1.3	1.0	1.1	1.2	1.0	0.8	0	1	4.1	7	10	10	18	18.5	4	1.1			
2	3.75	0.32	4	1.3	1.1	1.3	1.1	1.1	0.9	0.8	0	9	13.2	15.1	17.3	19.3	21.3	22.3	24.8	9	0.65		
3	5.5	0.32	5.2	1	1.3	0.9	1.0	0.9	0.2	0.2	0	10	14	14	33.2	35	36.5	39	40	20	0.5		
4	6.5	0.32	7	1.1	1.2	1.3	0.92	0.8	0.5	0.5	0	11	16.8	14.7	16.2	17.5	19	21	22	15	6.67		
5	7	0.32	7.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	0.85	0	11.5	15.3	14.3	15.7	17.2	18.5	20.5	21.5	6	0.74		
6	7.67	0.32	10	1.2	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	0.8	0	11.7	17.5	15	16.4	17.5	19	20	21	16	3.75		
7	8.5	0.32	4	1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	0.75	0	12	16.5	14	14.5	16	17.2	18	19	12	1.91		
8	9.58	0.32	4.4	1	1.2	1.3	1	1	1	1.3	0	12.5	14.7	16	17	18	19.5	20.7	21	14	1.01		
9	10.33	0.32	5	1	1.1	1	1	1.2	1	0.8	0	13.1	14.1	15.5	16.5	17.5	18.5	19	19	14	2.5		
10	11.41	0.32	3.4	1.5	1.1	1	1.2	0.35	1	0.75	0	13.5	16	17	18.5	19.5	19.7	111	112	8	1.5		
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8												1/8		
			0.353	0.350	0.400	0.389	0.403	0.353	0.403												0.725		
			0.678	0.725	0.675	0.721	0.725	0.773	0.800												0.919		
			0.815	0.750	0.827	0.750	0.827	0.846	0.846												0.975		
			0.750	0.815	0.814	0.823	0.846	0.871	0.825												0.629		
			0.675	0.750	0.759	0.759	0.755	0.753	0.753												0.877		
			0.750	0.860	0.850	0.850	0.850	0.850	0.822												0.785		
			0.250	0.700	0.731	0.725	0.739	0.759	0.819												0.916		
			0.545	0.727	0.755	0.753	0.773	0.773	0.811												0.920		
			0.593	0.780	0.808	0.808	0.793	0.808	0.840												0.821		
			0.129	0.676	0.756	0.647	0.747	0.756	0.776												0.812		
PROBADO			0.874	0.715	0.728	0.722	0.750	0.745	0.813												0.837		
DESVIACION ESTANDAR			0.156	0.133	0.125	0.156	0.151	0.145	0.151												0.182		

INSTITUTO DE INGENIERIA-LANAM
PROYECTO 2222

No CORRIEN: 23

T.E. = 4.3

FILTRO No: 2-B

TASA DE FILTRACION: 4.6m/h

EFICIENCIA IMPLEMENTE: 5

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (UTN)							P (MCA)							SET			
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	E	1	E	
1	9	0.22	7	1.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1	6.7	0	1	4	6.2	8.7	11.3	12.3	15.3	18	6
2	4.33	0.32	4.6	2.2	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	0	17.5	13.5	21	23.7	24.5	25	27.5	23	5
3	6.33	0.32	5.2	2.1	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.2	0	21.2	36	34.5	36	37.7	39	40.7	23	4
4	7.46	0.32	5.2	2.2	1.4	1.5	1.7	1.4	1.4	1.2	0	41.5	43.5	43	45.3	47.8	49.3	50.5	10	2
5	8.41	0.32	5.3	2	1.2	1.6	1.7	1.4	1.6	1.2	0	51.5	52.3	54.7	56.8	57.7	59.3	60.5	12	4
6	9.33	0.32	7.4	2.2	1.6	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	0	62.5	64.5	66	67.5	69	70.5	71.7	12	5
7	10.16	0.32	3.6	2.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.3	0	65.6	71.8	73.1	74.5	76	77.3	78.5	14	1
8	11.53	0.32	6.5	2.4	1.6	1.3	1.8	1.6	1.5	1.3	0	87.3	89	91.5	93	94.5	96	97.3	24	8
9	11.91	0.32	4.6	2.2	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.4	0	92.3	94.5	96.2	97.4	99	100	101	12	3
10	13.33	0.32	5	3.2	1.3	1.6	1.3	1.5	2	1.4	0	104	107	108	109.2	111	112	112	14	4

EFICIENCIA	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
	0.589	0.600	0.599	0.600	0.580	0.667	0.767	0.567
	0.522	0.652	0.652	0.652	0.674	0.636	0.729	0.750
	0.577	0.692	0.692	0.692	0.731	0.712	0.769	0.810
	0.577	0.721	0.712	0.673	0.731	0.731	0.769	0.809
	0.626	0.722	0.739	0.691	0.745	0.739	0.792	0.779
	0.793	0.724	0.611	0.757	0.757	0.811	0.824	0.772
	0.333	0.533	0.555	0.553	0.523	0.611	0.533	0.597
	0.625	0.758	0.727	0.727	0.739	0.773	0.803	0.667
	0.822	0.652	0.652	0.674	0.674	0.652	0.635	0.667
	0.360	0.649	0.639	0.649	0.700	0.630	0.714	0.714
PROMEDIO	0.537	0.687	0.679	0.673	0.639	0.634	0.721	0.736
DESVIACION ESTANDAR	0.112	0.065	0.067	0.036	0.045	0.063	0.052	0.057

INSTITUTO DE INGENIERIA-LANAM
PROYECTO 2316

Nº OPERARIA: 15

T.E. = 0,9

FILTRO No12-B

TASA DE FILTRACION 8,5 l/h

TURBIDIDAD INFLUENTE: 7

MUESTRA Nº	TIEMPO (hr)	GASTO (l/h)	TURBIDIDAD (NTU)									TURBIDIDAD INFLUENTE: 7 P (CM²)									SET
			1	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	E	
1	0	0,57	4,6	1,2	1,4	1,2	1,1	1,2	1	0,8	0	2	7,5	12,9	17,3	22,5	26,2	31,3	24	8,5	
2	4	0,57	4,6	4,2	1,8	1,3	1,2	1,1	0,7	0,8	0	16	23	26	29	32,3	35,5	38	40	12,1	
3	6,08	0,57	6	8	1,8	1,2	1,2	1,1	1,5	0,8	0	26,8	36,7	38,7	41,7	44,5	47	49,5	40	7	
4	7,5	0,57	4	3	1,8	1,2	1,1	1,2	1,4	0,7	0	34,7	45,7	48,7	51,5	54,5	57	59,3	40	5,5	
5	9,17	0,57	5	5	2	1,5	1	1,2	1,3	0,72	0	44	57	60	63	65	67	69	40	7,54	
6	10,84	0,57	5,2	5,2	2,5	1,4	1,3	1	1	0,7	0	51	66	67	72	75	78	80	32	5,5	
7	10,5	0,57	5,6	6,2	3	1,5	1,2	1,3	1,1	0,6	0	59,5	76,5	80	93	85,5	88	90	38	5,5	
8	11,33	0,57	5	4	2,2	1,2	1,1	0,8	0,75	0,68	0	67	86,5	89	93	95,5	98	100,5	26	4,61	
9	12,33	0,57	4,5	5	1,5	1,6	0,8	0,5	0,9	0,62	0	74,2	96	99,5	103	105,5	108	110	18	2	
10	13,17	0,57	5,4	4,4	1,8	1,2	0,8	0,5	0,8	0,6	0	82,5	106	110	112,5	115	117,5	119,5	14	1	

EFICIENCIA

I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
0,522	0,595	0,739	0,761	0,739	0,783	0,826	0,646
0,125	0,625	0,729	0,750	0,782	0,813	0,839	0,693
-0,333	0,750	0,800	1,009	0,817	0,750	0,667	0,825
0,250	0,550	0,875	0,725	0,700	0,650	0,625	0,859
1,000	0,600	0,703	0,803	1,710	0,740	0,675	0,812
0,800	0,462	0,731	0,729	0,585	0,808	0,685	0,797
-0,107	0,464	0,732	0,706	0,768	0,894	0,688	0,855
0,260	0,550	0,760	0,780	0,840	0,848	0,864	0,822
-0,042	0,475	0,667	1,633	0,813	0,813	0,871	0,889
0,185	0,687	0,776	1,682	0,882	1,852	0,839	0,929

PROMEDIO

0,930	0,525	0,701	0,734	0,739	0,786	0,861	0,811
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DESVIACION ESTADISTICA

0,220	0,185	0,040	0,037	0,045	0,057	0,033	0,030
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 8318

No. COEFICIA: 13

T.E. = 1.3

FILTRO No. 2-B

TASA DE FILTRACION: 0.5 m/h

REPRESA SUPLENTE: 5

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	ANEXO (l/s)	TURBIDIDAD (NTU)								P (CMCA)								EST		
			1		2		3		4		5		6		7		8				
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
1	0	0.59	3.6	2.2	1.1	1	1	0.55	0.72	0.54	0	2	7	11	16	20.5	25	28.2	10	0.5	
2	1.59	0.59	7	4.2	1.6	1.2	1.1	1	0.8	0.7	0	19.5	25.5	28.5	31.5	34.0	38	40	24	2	
3	3.5	0.59	3	4	1	0.85	0.7	0.7	0.7	0.52	0	29.7	35	39	42	48	47.5	56	14	2	
4	4.5	0.59	3	6	1.5	1	0.75	0.7	0.75	0.5	0	45.5	50.5	55.5	59	61.5	64	56	30	2.4	
5	5.49	0.59	5	4	1.1	0.6	0.7	0.74	0.5	0.42	0	54	61	65	67.5	70.5	75	75	24	1.8	
6	6.09	0.59	2	2.5	0.6	0.6	0.5	0.42	0.65	0.42	0	58.7	65.5	71	73.5	75	75	59	3	1	
7	6.59	0.59	4.6	3.2	1.4	0.68	0.7	0.74	0.6	0.6	0	71.5	81.5	86.5	89	91.5	94	95.5	15	5.59	
8	7.42	0.59	2.6	1.9	1.2	1	0.6	0.66	0.5	0.46	0	78	89	91	93.5	96.5	98	100	12	3.5	
9	8.17	0.59	4.6	3	1.3	0.62	0.54	0.56	0.7	0.5	0	82.5	101	103	105.5	107	109.5	111.5	19	0.5	
10	8.92	0.59	4.6	3	1.3	0.66	0.56	0.55	0.56	0.44	0	99	111	112.5	116	118	120.5	122	12	0.5	
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7											1/8	
			0.529	0.654	0.722	0.722	0.725	0.800	0.850												1.950
			0.400	0.771	0.629	0.543	0.357	0.586	0.550												0.217
			-0.233	0.667	0.717	0.757	0.700	0.767	0.827												0.857
			0.111	0.859	0.881	0.917	0.922	0.933	0.948												0.320
			0.100	0.780	0.869	0.860	0.832	0.900	0.915												0.929
			-0.400	0.760	0.730	0.753	0.790	0.670	0.750												0.673
			0.204	0.676	0.852	0.848	0.839	0.870	0.825												0.651
			0.505	0.538	0.615	0.767	0.745	0.808	0.825												0.789
			0.245	0.717	0.885	0.883	0.878	0.848	0.891												0.972
			0.348	0.717	0.857	0.878	0.878	0.874	0.904												0.958
FROVEDO			0.167	0.711	0.793	0.824	0.833	0.836	0.867												1.375
DESVIACION ESTANDAR			0.220	0.070	0.350	0.463	0.466	0.674	0.042												0.174

INSTITUTO DE INGENIERIA-CIQA
 PROYECTO SIDA

No COPPIA: 32

T.E. = 0.3

FILTRO No: 2-P

TASA DE FILTRACION: 12.4 m³/h

TURBIDIDAD INFLUENTE: 5

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (UNT)								P. (CMCA)								SET	
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E		I
1	0	0.26	2.4	1.4	1	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7	0	5.0	11.0	18	25.7	33	39.5	45.5	12	3
2	1.75	0.36	5	5.6	1.3	1.1	1	0.82	0.5	0.6	0	16	24.3	29.3	35	40.2	45	49.5	29	2.67
3	2.63	0.36	4.6	4	1.6	1.4	1.3	1	1	0.74	0	25.5	35.8	44	49.5	53	57	60.5	12	1.5
4	3.41	0.25	5.2	6.2	1.4	1.2	1.1	0.82	0.75	0.72	0	39.5	50.5	54.5	59	63.5	67.5	71	30	4
5	3.91	0.26	5.4	5	2.2	1.1	1	1.2	0.95	0.2	0	48.5	61	65	69	73	76.3	80	22	3.5
6	4.25	0.36	5.5	4.4	1.6	1.2	0.82	0.78	0.95	0.72	0	58	74	78.5	82.5	86.5	90.5	94	19	3.5
7	4.82	0.35	4.8	4.6	1.8	1.1	1	1	0.5	0.74	0	65.5	89	84	88.5	92.5	96	99.5	12	4
8	5.05	0.26	4.6	5.2	2.2	1.2	1	1	1.2	0.75	0	71.5	99	95.5	99.5	103	105	109	16	3.5
9	5.55	0.26	5.5	5.2	1.8	1.2	1.1	0.9	0.9	0.75	0	83	95.5	96.5	112	115.5	118.5	122	25	3
10	5.99	0.35	5.2	4.4	2.2	1.4	1.1	1.1	1	0.86	0	91	112.5	117	121	125	128.5	132	36	3

EFICIENCIA	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/E	1/E
	0.462	0.615	0.731	0.854	0.731	0.731	0.731	0.731	0.750
	-0.119	0.640	0.750	0.806	0.836	0.840	0.850	0.850	0.925
	0.167	0.667	0.788	0.717	0.792	0.792	0.792	0.846	0.875
	-0.255	0.721	0.769	0.768	0.842	0.854	0.854	0.862	0.867
	0.074	0.855	0.796	0.915	0.773	0.822	0.852	0.852	0.875
	0.289	0.799	0.762	0.851	0.853	0.825	0.825	0.869	0.896
	0.068	0.835	0.771	0.792	0.833	0.833	0.833	0.846	0.770
	-0.292	0.842	0.750	0.732	0.752	0.750	0.750	0.845	0.844
	0.103	0.633	0.732	0.810	0.845	0.845	0.845	0.869	0.913
	0.154	0.877	0.751	0.765	0.766	0.802	0.802	0.830	0.917
FRMEDI	0.048	0.633	0.751	0.752	0.809	0.810	0.843		0.651
DESVIACION ESTANDAR	0.217	0.057	0.028	0.051	0.035	0.035	0.040		0.055

TASA DE FILTRACION: 11.4 gal/h

EFICIENCIA INICIAL: 5

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASEO (l/s)	TURBIDEIDAD								EFICIENCIA								EST	
			UTM								%									
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E		1
1	0	0.86	1.4	1.6	0.8	0.54	1.2	0.44	0.54	0.42	1	1.5	10.5	15.1	20.5	28.1	34	39.5	6	0.56
2	2.5	0.86	1.8	2.6	1.2	0.64	0.6	0.58	0.65	0.42	2	22.6	31	35	39	43	47	50.5	8	0.52
3	3.5	0.86	5	3.8	1.3	0.7	0.6	0.54	0.44	0.58	3	35	47.5	51	54.5	57.5	61	62.5	9	1.5
4	3.59	0.86	5.2	5.4	1.4	0.7	0.6	0.7	0.6	0.46	4	41.5	52.2	56	59	63.5	67	70	10	1.07
5	4.15	0.86	7.4	4.8	1.2	0.64	0.44	0.54	0.6	0.46	5	52.5	64	58	71	74	77	80	16	0.51
6	4.41	0.86	5	3.2	1.4	0.5	0.48	0.44	0.46	0.44	6	61	74	78	81.5	85	88	91	12	0.5
7	5	0.86	4	2.5	1.2	0.5	0.44	0.52	0.46	0.5	7	71	85	89	92.2	95.5	99	102	4	0.53
8	5.5	0.86	5.4	4	1.6	0.64	0.55	1.55	0.64	0.44	8	81	95.5	101	104	107	110	113	19	2.01
9	5.53	0.86	6.4	4.8	1.5	1	0.45	0.55	0.7	0.44	9	90	105.5	110.5	115.5	116.5	119.5	122.5	6	0.5
10	6.16	0.86	5	5.2	1.8	1.5	0.45	0.5	1.55	0.44	9	92.5	117	120.5	123.5	126	129	132	5	1
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/E
			0.333	0.667	0.775	0.590	0.317	0.772	0.322											0.307
			0.071	0.571	0.771	0.755	0.753	0.757	0.820											0.975
			0.140	0.740	0.860	0.560	0.592	0.712	0.924											0.813
			0.332	0.750	0.875	0.693	0.575	0.675	0.918											0.941
			0.351	0.754	0.914	0.944	0.827	0.915	0.993											0.968
			0.259	0.720	0.900	0.594	0.912	0.909	0.912											0.958
			0.375	0.575	0.675	1.090	1.071	0.889	0.878											0.759
			0.252	0.704	0.891	0.356	0.595	0.581	0.919											0.666
			0.257	0.750	0.844	0.920	0.914	0.822	0.931											0.917
			-0.040	0.640	0.910	0.904	0.900	0.685	0.912											0.875
PROMEDIO			0.253	0.700	0.860	0.852	0.830	0.874	0.930											0.939
DESVIACION ESTANDAR			0.134	0.660	0.847	0.124	0.641	0.656	0.356											0.055

INSTITUTO DE INGENIERIA
 PROYECTO 8025
 No. OFICIAL:112

T.E. # 0.2

FILTRO No.2-B

TIEMPO HR.	SABIDO L/HR	TASA DE FILTRACION: 1 g/m										TAREAS DE FILTRACION: 10									
		T E P I E D A T										T E P I E D A T									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.14	8	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
1.32	0.14	8.8	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
3.24	0.14	16	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
4.41	0.14	16	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
5.66	0.14	9	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
6.93	0.14	10	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
7.41	0.14	10	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
7.52	0.14	16	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
8	0.14	10	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
8.42	0.14	13	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
EFICIENCIAS		1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	
												0.637	0.649	0.744	0.660	0.637	0.637	0.664			
												0.219	0.213	0.213	0.222	0.209	0.222	0.222			
												0.733	0.739	0.842	0.842	0.842	0.816	0.866			
												0.244	0.244	0.244	0.244	0.267	0.267	0.267			
												0.860	0.860	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260			
												0.933	0.933	0.933	0.933	0.933	0.933	0.933			
												0.862	0.874	0.874	0.874	0.874	0.874	0.900			
												0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826			
												0.826	0.860	0.870	0.870	0.860	0.870	0.870			
PROPIEDAS		0.844	0.826	0.846	0.860	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870										0.870	
REACCION ESTANDE		0.117	0.164	0.168	0.164	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167										0.167	

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 PROYECTO 6328

NO. EFICIENCIA:

1.E. 1.0.2

FILTRO No. 2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	SABO (l/g)	TASA DE FILTRACION (L/H)								TURBIDIDAD INFLUENTE (10)									
			TURBIDIDAD (NTU)								P. (CMCA)									
			1	1	2	3	4	5	6	7	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	0.14	5.6	1.6	1.9	1	1.1	1.7	0.74	0.6	0	5.5	2	1	4.65	6.25	7.3	9.7	12	4.5
2	2	0.14	11	1.9	1.3	1	1.2	1.1	1.2	1.2	0	5.5	4.5	7.5	9.5	19	11	12	46	4.2
3	2	0.14	5.5	1	2.1	1.5	1.2	1.5	1.2	0.7	0	11.5	20.3	12	23	24	25	26	34	1.7
4	5.25	0.14	11	1.1	1.4	1.4	1.2	0.94	1.3	1.3	0	14.5	15	26	37	29	38.7	39.3	32	2
5	6.17	0.14	11	1.2	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	0.89	0	14	15.5	46	47	46	49.3	51	29	10
6	7	0.14	14	1.2	1.2	1.4	1.2	1.4	1.4	0.85	0	12	13.5	53	50.3	61	62	62	34	9
7	7.17	0.14	14	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	0	15	15.5	64.5	66	69	69.7	70.5	49	5
8	8	0.14	3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.2	1	0	75	75.5	76.5	77	78	79	30	29	3
9	9	0.14	14	1.3	1.2	1.1	1	1.2	1	0.946	0	22	22.5	23.5	24	25	26	27	28	4
10	9.25	0.14	13	2.2	1.2	1.2	1.2	1	1.2	0.9	0	129	129.5	131	131.7	132.4	133.3	134.6	78	9
EFICIENCIAS			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/4
			0.873	0.873	0.821	0.786	0.875	1.075	0.893											0.625
			0.827	0.882	0.869	0.851	0.850	0.859	0.912											0.959
			0.835	0.773	0.842	0.874	0.842	0.842	0.812											0.750
			0.879	0.879	0.872	0.891	0.815	0.815	0.815											0.932
			0.896	0.867	0.883	0.869	0.833	0.883	0.823											0.643
			0.914	0.914	0.913	0.914	0.909	0.909	0.923											0.735
			0.839	0.839	0.833	0.833	0.830	0.859	0.809											0.875
			0.859	0.859	0.856	0.856	0.856	0.856	0.856											0.895
			0.897	0.814	0.811	0.823	0.827	0.897	0.891											0.786
			0.839	0.846	0.846	0.846	0.846	0.846	0.846											0.949
PROMEDIOS			0.844	0.858	0.851	0.876	1.033	0.893	1.020											0.821
RESERVACION ESTANDB			0.667	0.673	0.726	0.752	0.634	0.674	0.623											0.119

INSTITUTO DE INGENIERIA-IRIAM
 PROYECTO 8328

No COFRINA: 3

TASA DE FILTRACION: 4,6 m/h

T.E. = 0,9

TURBIDIDAD INFLUENTE: 10

FILTRO No: 2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (UTN)								F (CMCA)						SST		
			I	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I
1	0	0,32	6	12	1,2	1,2	2	1,2	1,2	1,2	0	5	8,5	11,5	14,5	17,5	20,5	24	17
2	1,17	0,32	9	7	0,66	0,9	1,4	1,2	0,52	0,46	0	12,7	15,5	18,5	21	23,3	25	48	5,7
3	2,5	0,32	12	6	0,8	0,64	0,64	0,6	0,56	0,5	0	31	33	35,5	37,5	39	41,5	48	2,6
4	3,67	0,32	10	9	1	1	1	1,2	0,9	0,62	0	46,5	48,5	50,5	52	53,5	55,3	44	15
5	4,25	0,32	14	5,8	3	1,2	0,8	0,8	0,8	0,42	0	58	60,5	62,5	64,5	66	68	44	3,5
6	4,75	0,32	14	10	1	1	1	1	1	0,52	0	72,2	74	75,5	77,5	78,6	80,5	54	4
7	5,33	0,32	9	0,62	0,62	0,72	0,62	0,68	0,68	0,52	0	84	85	87	87,5	89	90,5	32	2,5
8	5,91	0,32	12		0,7	1	0,7	0,6	0,72	0,7	0	93,5	96	97	98	99,2	101	56	4
9	6,08	0,32	12		0,62	0,84	0,66	0,6	0,6	0,6	0	104,5	106,5	108	109,5	111	113	48	5,5
10	6,5	0,32	9		0,5	0,54	0,7	0,55	0,5	0,4	0	111,5	113,4	115,5	117	118,5	120	32	0,8

EFICIENCIAS

I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
0,947	0,800	0,800	0,667	0,800	0,800	0,800	0,292
0,964	0,927	0,900	0,844	0,867	0,942	0,949	0,860
0,973	0,953	0,947	0,947	0,950	0,953	0,958	0,946
0,968	0,900	0,900	0,900	0,880	0,910	0,939	0,659
0,977	0,786	0,914	0,943	0,943	0,943	0,970	0,720
0,977	0,929	0,929	0,929	0,929	0,929	0,963	0,926
0,964	0,931	0,920	0,931	0,924	0,924	0,942	0,922
	0,942	0,917	0,942	0,950	0,940	0,942	0,929
	0,948	0,930	0,945	0,950	0,950	0,950	0,885
	0,944	0,940	0,922	0,939	0,944	0,956	0,975

PROMEDIO

0,967	0,904	0,910	0,897	0,913	0,924	0,937	0,801
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DEVIACION ESTANDAR

0,010	0,057	0,039	0,082	0,047	0,043	0,047	0,198
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 8328

No CORRIÓ: 11

TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h

T.E. = 0.9

TURBIEDAD INFLUENTE: 10

FILTRO No: 2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIEDAD (UTN)								P (CMCA)								SST	
			I	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	E
			1	0	0.32	6	1.8	1.6	1.6	2	1.2	1.2	0	5	8	11	13.5	15.5	18	32
2	1.67	0.32	14	1.2	1.2	1	1	0.7	0.6	0	12.5	15	17	19	21	23.3	50	5		
3	3.5	0.32	10	1.2	0.72	0.8	0.7	0.68	0.6	0	33.3	35.2	37	38.5	40	42	50	3		
4	4.25	0.32	10	0.7	0.7	0.7	0.58	0.68	0.58	0	46.5	48	49	51	52.5	54	52	2.8		
5	4.67	0.32	10	0.7	0.78	0.8	0.7	0.7	0.6	0	54.2	56	57.6	59.3	60.6	61.4	44	2.5		
6	5.67	0.32	7	1	0.7	1.2	0.7	0.66	0.6	0	65.4	66	67.4	68.7	70	71.2	22	0.5		
7	6.75	0.32	10	0.8	0.7	0.64	0.54	0.5	0.48	0	82	84	84.7	85.5	87.3	88.5	26	3		
8	7	0.32	12	0.74	0.66	0.6	0.7	0.56	0.5	0	87	88.4	89.4	90.6	91.6	93	40	1.6		
9	7.75	0.32	8	1.4	0.7	0.8	0.8	1.2	0.5	0	96.5	97.5	99	100	101	102.3	44	3		

EFICIENCIA	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
	0.700	0.733	0.733	0.667	0.800	0.800		0.981
	0.914	0.914	0.929	0.929	0.950	0.957		0.900
	0.680	0.928	0.920	0.930	0.932	0.940		0.940
	0.930	0.930	0.930	0.942	0.932	0.942		0.946
	0.930	0.922	0.920	0.930	0.930	0.940		0.943
	0.857	0.900	0.829	0.900	0.906	0.914		0.977
	0.920	0.930	0.936	0.946	0.950	0.952		0.885
	0.938	0.945	0.950	0.942	0.953	0.958		0.960
	0.825	0.913	0.900	0.900	0.850	0.938		0.932
PROMEDIO	0.877	0.902	0.894	0.898	0.911	0.927		0.948
DESVIACION ESTANDAR	0.072	0.061	0.066	0.083	0.050	0.047		0.030

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 8228

No. COEFICIENTE

TASA DE FILTRACION: 50.5 m/h

T.E. = 3.2

TURBIDIDAD INFLUENTE: 10

FILTRO No. 2-b

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	T U R B I D I D A D (UTN)										P (CPG)						SET		
			1	1	2	3	4	5	5	E	1	1	2	3	4	5	6	E	1	E	
			1	0	0.59	10	2.6	2.4	2.4	2	1.2	1.4	0.88	0	3	7	11	15	19.5	23	26.8
2	1.5	0.59	3.2	3.4	1.2	1.2	0.54	1.2	3.8	3.86	0	13.5	15.3	20	22.5	27	30.2	33.5	35	1	1
3	3.5	0.59	15	3.2	0.8	0.7	0.8	0.56	0.8	0.55	0	31	35	37.5	40.5	43.8	46.2	48.5	44	1	1
4	3.33	0.59	6	5.2	1.2	1.2	1.2	0.74	0.72	0.45	0	45	52.5	55	58	60.5	62.5	65.5	19	1	1
5	3.31	0.59	14	9	1.4	1.2	1.2	0.76	0.54	0.2	0	55	59	71.2	74	75.5	79	82	36	1	1
6	4.24	0.59	14	14	1.6	0.7	0.72	0.8	0.6	0.45	0	73.2	73.5	82	84.5	87	89.5	92	34	1	1
7	4.74	0.59	10	12	1.4	1	1.1	1	0.5	0.2	0	85.5	85.5	86	87.3	101	102.5	105.5	41	1	1
8	4.96	0.59	2	7.2	1	1.2	1.2	0.8	0.6	0.5	0	91	100	101.5	103.5	105	108.5	111	39	1	1
9	5.24	0.59	7	5	1.2	0.7	0.9	0.62	0.7	0.5	0	99	107	112	114	118	120	122	24	1	1
10	5.5	0.59	10	5	1	1	0.5	0.6	0.6	0.5	0	107	120	122	124	127	130	132	24	1	1

EFICIENCIAS

I/A	I/B	I/C	I/D	I/E	I/F	I/G	I/H
0.740	0.769	0.760	0.800	0.261	0.260	0.314	
0.815	0.854	0.854	0.898	0.824	0.537	0.392	0.957
0.468	0.950	0.552	0.350	0.346	0.350	0.368	0.378
0.123	0.800	0.800	0.800	0.377	0.680	0.520	0.924
0.357	0.900	0.314	0.314	0.346	0.340	0.344	0.375
0.600	0.856	0.950	0.349	0.343	0.342	0.366	0.965
-1.200	0.160	0.900	0.139	0.210	0.310	0.340	0.980
0.100	0.875	0.850	0.850	0.303	0.300	0.326	0.991
0.226	0.322	0.900	0.371	0.393	0.390	0.323	0.975
0.500	0.900	0.900	0.340	0.340	0.340	0.350	0.977

PROMEDIO

0.237	0.861	0.878	0.386	0.297	0.375	0.342	0.976
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DESVIACION ESTANDAR

0.276	0.052	0.060	0.053	0.034	0.117	0.018	0.010
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 8328

No. CORRIJA: 7

T.E. = 0.9

FILTRO No. 2-5

TASA DE FILTRACION: 0.5 LPM

VELOCIDAD IMPULSION: 10

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBULENCIA (ATA)								P (CMCA)								EST	
			1	1	2	3	4	5	6	7	8	1	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0.59	6	10	14	2.2	2	2	2	1.4	0	0.5	4.8	8.7	13.5	18.5	23.7	28	24	1
2	1.59	0.59	10		3.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.2	0		12.7	15.9	19.2	22.7	26.5	30	44	3
3	2.59	0.59	9		6.8	2	1.6	1.4	1.6	1.2	0		27.6	30.5	32.8	36.8	40.2	43	38	7
4	3.05	0.59	14		12	2	2.2	1.5	1.6	1.2	0		41.7	44.9	47.8	50.5	53.4	56.4	52	3
5	3.65	0.59	10		16	3	2.4	1.4	1.6	1.1	0		65.4	69.2	72	74.3	77	79.5	40	7
6	4.16	0.59	9		8.4	2	1.6	1.2	1.2	1.1	7		72	75.5	78	81	83	85	34	8
7	5	0.59	10		9	2.1	1.4	1.2	1.2	0.82	0		86.5	91	94	96	99	101	38	7
8	5.17	0.59	10		6	4	3.4	1.4	1.2	0.7	0		109	105.7	108.4	111	114	116.5	49	2
9	5.42	0.59	14		6.5	2.4	1.4	1.2	1.2	0.7	0		105.2	114	117	119.7	122.2	124.5	50	5
10	5.59	0.59	12		15	3	1	4	2.4	0.7	0		114.5	121	123.5	126	129.5	130.5	45	6

EFICIENCIAS	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8	1/E
	0.750	0.725	0.750	0.750	0.750	0.822		0.959
	0.650	0.840	0.840	0.840	0.840	0.659		0.932
	0.022	0.778	0.822	0.844	0.822	0.667		0.816
	0.143	0.657	0.643	0.866	0.836	0.514		0.942
	0.690	0.790	0.750	0.860	0.840	0.650		0.825
	0.667	0.778	0.822	0.667	0.667	0.689		0.765
	0.109	0.790	0.860	0.859	0.880	0.718		0.816
	0.496	0.680	0.660	0.660	0.700	0.950		0.779
	0.371	0.827	0.350	0.333	0.314	0.950		0.889
	0.303	0.759	0.517	0.667	0.568	0.942		0.876
PROMEDIO		0.310	0.765	0.817	0.839	0.839		0.875
DESVIACION ESTADISTICA		0.428	0.672	0.972	0.672	0.662		0.965

INSTITUTO DE INGENIERIA-TUAN
PROYECTO 3025

No CORREDA: 47

TASA DE FILTRACION: 3.5 m/h

T.E. = 0.2

TURBIDEAD INFLUENTE: 10

FILTRO No: 2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/hr)	TURBIDEAD (UNT)								P (CMCA)								SGT		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	0	0.59	7	2.4	1.4	1.2	1.6	1.3	1.2	0.74	0	1.8	7	12	17.3	22.0	27	31	29	2.5	
2	0.99	0.59	13	14	1.3	1	0.8	1.2	0.7	0.54	0	13.2	19.3	23.3	28.3	32.4	36.5	39.7	40	1	
3	1.46	0.59	9	3.6	1.3	0.74	0.8	0.72	0.63	0.46	0	25	32	36	40	45.0	47	49.1	32	0.5	
4	1.83	0.59	15	12	1.4	1.1	1.4	0.54	1.8	0.62	0	40.7	50	54	59	62	65	65	50	3.5	
5	2.19	0.59	14	12	1.4	0.52	0.76	0.72	0.5	0.56	0	51.5	72	76	79.5	82.5	86.5	89	38	0.5	
6	2.55	0.59	6	7.6	1.4	1	1.4	1.65	0.54	0.49	0	79	84	87.5	91	94.5	97.5	100	13	1	
7	2.7	0.59	4	6.4	1.6	0.74	0.8	0.75	0.6	0.5	0	75	91.5	95.5	99.5	103.5	107.5	110	12	0.5	
8	3.03	0.59	12	5.4	1.4	1.6	1.4	1	0.8	0.59	0	99	138.5	113	117	120.5	124	127	34	0.5	
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/6											1/E	
			0.657	0.600	0.529	0.771	0.814	0.829	0.894												0.911
			-0.677	0.980	0.523	1.938	0.512	1.246	0.769												0.975
			-3.957	0.356	0.515	3.311	0.223	0.324	0.347												0.964
			-0.200	0.507	0.207	0.997	0.344	0.820	0.965												0.939
			0.143	0.300	0.241	0.346	0.249	0.243	0.360												0.967
			-0.257	0.767	0.333	0.757	0.630	0.310	0.920												0.944
			-0.680	3.680	0.515	3.680	0.205	1.659	3.375												0.958
			0.467	6.815	0.667	0.823	0.517	0.933	0.253												0.895
PROMEDIO			0.887	0.627	0.682	0.665	0.833	0.392	0.322												0.959
DESVIACION ESTANDAR			0.079	0.098	0.041	0.070	0.051	0.041	0.051												0.027

INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO 2008

No. COPRIMA: 45

TASA DE FILTRACION: 2.5 gpm

V.E. = 1.5

EFICIENCIA INFLUENTE: 10

FILTRO No.2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (NTU)								pH (pH)								SET		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	0	0.55	10	2.6	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0	1.0	1	12.0	17.0	20.0	16.2	30	49	0.63	
2	0.25	0.55	11	3.6	1.4	1	1	1.0	1	0.24	0	1.0	11	15	22.5	35.5	27	40.3	34	0.6	
3	0.50	0.55	11	6	0.3	1.1	0.8	0.6	0.7	0.44	0	1.0	11	15	19.5	32	22	37.5	31	1	
4	0.75	0.55	11	4.1	1.2	1.1	1	1	0.75	0.72	0.14	0	1.0	12	18.5	25.5	13	24.5	35	1.5	
5	1.0	0.55	11	6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.49	0.58	0	1.0	11	13	16.5	23	18	24.5	26	1.1	
6	1.25	0.55	11	3.4	1	0.64	0.49	0.52	0.5	0.55	0	1.0	11	14	14.2	17	19.0	102.3	16	1.5	
7	1.5	0.55	10	4	0.48	0.8	0.66	0.8	0.7	0.4	0	1.0	11	13	18.5	19.6	109	112.5	114.5	56	1.32
8	1.75	0.55	10	4	1.1	0.55	0.53	0.5	0.46	0.46	0	1.0	11	11	12.5	12	125	125.5	33	0.68	
EFICIENCIA				1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8										1/E	
				0.356	0.399	0.317	0.317	0.317	0.311	0.353											0.337
				0.672	0.573	0.599	0.509	0.622	0.293	0.342											0.265
				0.231	0.537	0.253	0.357	0.322	0.310	0.244											0.262
				0.264	0.631	0.266	0.269	0.331	0.255	0.251											0.251
				0.167	0.593	0.327	0.312	0.327	0.320	0.237											0.253
				0.432	0.333	0.333	0.323	0.363	0.317	0.337											0.205
				0.750	0.356	0.350	0.353	0.353	0.356	0.372											0.266
				0.600	0.600	0.544	0.342	0.359	0.254	0.254											0.211
PROMEDIO				0.524	0.591	0.312	0.321	0.327	0.225	0.346											0.249
DESVIACION ESTANDAR				0.227	0.022	0.327	0.017	0.021	0.016	0.013											0.026

INSTITUTO DE INGENIERIA-IMAN
PROYECTO 9329

No. COBRIETA: 4

TE = 0.3

FILTRO No. 2-9

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	ANCHO (1/1)	TASA DE FILTRACION: 12.4 w/h								TABLA DE INFLUENCIA								EST	
			TURBIDIDAD (UTN)								P (CMH)									
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	2	3	4	5	6	E	1	E	
1	0	0.66	3	3.0	3.6	2	1.6	1.8	1.5	0.64	3	5	15.5	12.5	30	37.5	43.5	49	28	1
2	0.92	0.66	7.6	13	1.4	2	1.2	1.8	1.2	0.6	3	16.5	25.1	32.2	37.9	43	49.3	52.5	16	1
3	1.42	0.66	12	9.6	3.9	1.6	1.2	1.2	1.2	0.6	3	25.5	35.7	42.2	49.2	53.8	59.2	63.3	34	2
4	2	0.66	10	14	3	2.4	1.4	2	2	1.5	3	35	54	59.6	65	70	78	90.5	28	1
5	2.25	0.66	9	16	3.4	2	1.4	1	0.62	0.6	3	48.5	64	70	75.5	81	85.5	90	29	4
6	2.58	0.66	10	12	4	2.2	1.2	0.7	1.1	0.54	3	57	73.5	80	84.9	89.7	94.7	99.2	23	6
7	2.91	0.66	7.6	15	4	1.2	0.76	0.6	0.7	0.5	3	65	84	90.5	95	99.5	104	108	24	2
8	3.03	0.66	7	7.4	3.4	1.4	0.6	0.56	0.72	0.52	3	74	97	104	110.5	115.4	120.5	123.5	12	4
9	3.41	0.66	9.4	12	4	2.4	0.72	1.1	0.7	0.54	3	82.5	107.5	115	120.5	126	131	135	50	6
10	3.75	0.66	12	16	4.2	2	0.8	0.72	0.7	0.52	3	94	123	131	136	141.5	146	150	58	1

EFICIENCIA

1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/E	1/E
0.525	0.525	0.750	0.800	0.775	0.613	0.695	0.964
-0.316	0.816	0.737	0.842	0.763	0.642	0.721	0.939
0.293	0.683	0.850	0.909	0.990	0.900	0.970	0.941
-0.400	0.190	0.760	0.860	0.800	0.900	0.940	0.964
-0.773	0.622	0.773	0.644	0.639	0.909	0.733	0.857
-0.200	0.600	0.780	0.820	0.920	0.860	0.746	0.700
-1.105	0.474	0.842	0.930	0.921	0.909	0.934	0.917
-0.657	0.514	0.800	0.866	0.920	0.897	0.926	0.667
-0.277	0.674	0.745	0.923	0.872	0.926	0.943	0.880
-0.533	0.650	0.823	0.933	0.948	0.942	0.957	0.993

PROMEDIO

DESVIACION ESTANDAR

-0.264	0.556	0.787	0.977	0.871	0.882	0.934	0.931
0.443	0.178	0.644	0.719	0.863	0.845	0.917	0.186

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAH
PROYECTO 832?

No. OPERACION

T.E. = 0.3

FILTRO No. 2-5

TASA DE FILTRACION: 12.4 m/h

TURBIDIDAD INFLUENTE: 10

MUESTRA	TIEMPO (hrs)	MUESTRO (L/lt)	TURBIDIDAD (UTM)									P. (CM):									SST
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E	
1	0	0.85	17	10	12	10	2.6	4.1	2	1.2	0	5	14.3	22.3	25.3	35.5	42	47.5	12	1	
2	0.32	0.86	11	10	6.5	4.4	1.8	1.3	1.6	1	9	15	24.7	31	36.5	42	47.7	52.5	5	1	
3	2	1.82	7	8.2	4	1.8	1.1	1.1	0.52	0.65	0	20.6	33.3	44.1	48.5	52.7	57.2	61	20	1	
4	2.58	0.86	11	11	5.4	1.9	1.7	1.6	1.4	0.73	0	42	50.5	56	60	63.3	68	71.5	74	1	
5	3.25	0.86	7	14	1	1.4	1	0.72	0.52	0.64	0	76.2	67	71.5	75.3	79	82.4	86	14	1	
6	3.53	0.86	7.5	4.4	5	1.4	1.3	1	0.43	0.52	7	54	76	81	85.5	89.8	93.8	97	2	1	
7	3.91	0.86	13	12	5.4	1.6	1.5	0.8	1.4	0.7	0	77	122.5	25.5	103	107.3	111.5	116	38	1	
8	4.03	0.86	16	16	5	3.4	1.6	1.3	1.5	0.72	9	241.2	109	106.5	111	116	119.5	123.5	38	6	
9	4.25	0.86	20	20	6.1	2	1.3	1.6	1	0.72	0	21	189.6	115.7	125.5	124.3	128.8	132.5	40	1	
EFICIENCIAS			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/6	1/6										1/6	
			0.660	-0.290	0.600	0.740	0.750	0.630	0.580											0.917	
			-0.636	0.469	0.600	0.336	0.262	0.336	0.339											0.833	
			-0.171	0.459	0.743	0.643	0.643	0.660	0.679											0.920	
			0.600	0.509	0.656	0.545	0.375	0.373	0.334											0.971	
			-1.060	0.459	0.600	0.657	0.631	0.663	0.380											0.929	
			0.421	0.342	0.316	0.763	0.663	0.311	0.317											0.500	
			0.333	0.700	0.911	0.335	0.356	0.322	0.361											0.974	
			0.000	0.632	0.733	0.500	0.371	0.303	0.335											0.912	
			0.600	0.650	0.300	0.310	0.320	0.350	0.364											0.975	
PROMEDIO			-0.132	0.524	0.779	0.361	0.330	0.380	0.322											0.680	
DESVIACION ESTÁNDAR			0.445	0.157	0.072	0.050	0.034	0.035	0.022											0.120	

TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h

TURBIDEAD INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEAD								P (CMCA)								EST											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
1	0	0.32	10	5	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
2	1.22	0.32	15	3.7	2	2	2.2	1.9	1.5	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0
3	1.77	0.32	16	14	2.2	2.4	2.3	1.9	2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0
4	2.12	0.32	17	12	2.2	2	2.4	2	2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0
5	2.4	0.32	16	5	2.2	2	2.1	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0
6	2.75	0.32	15	11	2.2	2.1	2.2	2	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0
7	2.95	0.32	15	8.6	2.4	2.4	2.2	2.1	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0
8	3.32	0.32	15	14	2.5	2.3	2.1	2.1	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0
9	3.75	0.32	14	19	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	0
10	4.05	0.32	14	12	2.3	2.4	2.4	2.2	2.2	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0

EFICIENCIA	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
0.599	0.740	0.760	0.770	0.780	0.790	0.800	0.839	0.944
0.420	0.567	0.667	0.847	0.670	0.680	0.530	0.964	0.964
0.222	0.875	0.867	0.832	0.834	0.832	0.866	0.962	0.962
0.284	0.871	0.862	0.859	0.852	0.852	0.900	0.952	0.952
0.325	0.853	0.875	0.869	0.881	0.881	0.834	0.921	0.921
0.267	0.850	0.850	0.850	0.867	0.867	0.880	0.972	0.972
0.427	0.840	0.840	0.850	0.860	0.850	0.830	0.974	0.974
0.067	0.833	0.847	0.860	0.860	0.860	0.873	0.875	0.875
0.236	0.829	0.829	0.836	0.845	0.850	0.857	0.975	0.975
0.142	0.826	0.832	0.832	0.845	0.842	0.837	1.008	1.008
PROMEDIO	0.325	0.841	0.845	0.845	0.850	0.850	0.877	0.949
DESVIACION ESTANDAR	0.160	0.037	0.034	0.032	0.031	0.032	0.032	0.029

No COPRIMA: 24

T.E. = 0.2

FILTRO No: 2-B

TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h

TURBIDEAD INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEAD (UTN)								P (CM)						SST			
			1	1	2	3	4	5	5	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E
1	0	0.32	7.6	2.2	1.5	1.6	1.2	1.7	1.5	1.2	0	1	4	6.5	9.5	12.5	15.5	18.5	16	2.5
2	1.1	0.32	17	2.1	1.1	1.1	0.86	0.9	0.62	0.74	0	16.6	19.5	21.5	24	26.3	22	31.3	37.5	1
3	1.47	0.32	16	3.8	1.4	1.2	1.1	2.5	1.7	0.72	0	27.2	30	32	34.3	37	39	41	48	2.19
4	1.75	0.32	23	3	1.5	1.3	1.1	1.2	0.82	0.85	0	33	49.3	42	44	46	48	50	72	1
5	2.02	0.32	15	2.2	1.1	0.8	1.4	1	1	0.75	0	49.2	52	53.5	55.5	57.5	59.5	61.5	48	0.5
6	2.35	0.32	12	4	1	1.1	1	1	1.2	0.64	0	55.7	52	63.7	66	66	70	71.7	26	2.17
7	2.62	0.32	13	4	1.2	1	1.2	0.8	0.75	0.6	0	71	73.5	75	77	79	81	32.7	48	0.5
8	2.92	0.32	18	3.2	1	1	1.4	1.2	1	0.68	0	81	83	84.5	86.7	89	91.5	92.3	58	1
9	3.42	0.32	20	5.6	1	1.2	1	1	0.6	0.75	0	102.5	106	107.5	109.5	111.5	113.2	115	64	0.5

EFICIENCIA	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/5	I/E	I/E
	0.719	0.868	0.795	0.846	0.722	0.853	0.846	
0.676	0.855	0.955	0.949	0.747	0.822	0.876	0.973	
0.753	0.913	0.925	0.931	0.844	0.894	0.955	0.954	
0.870	0.945	0.943	0.952	0.949	0.964	0.963	0.986	
0.853	0.917	0.947	0.997	0.977	0.933	0.949	0.988	
0.852	0.923	0.915	0.923	0.925	0.908	0.951	0.940	
0.832	0.995	0.923	0.903	0.929	0.942	0.948	0.959	
0.822	0.944	0.944	0.922	0.933	0.944	0.962	0.989	
0.720	0.959	0.940	0.950	0.950	0.960	0.953	0.992	

PRMEDIO	0.779	0.917	0.919	0.921	0.911	0.926	0.944	0.961
DESVIACION ESTANDAR	0.073	0.041	0.045	0.051	0.055	0.039	0.035	0.045

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 8312

No. OPERACION: 42

T.E. = 0.9

FILTRO No: 2-B

TASA DE FILTRACION: 8.5 m/h

RESIDUO INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEDAD (UNT)								P (CMCA)								SST		
			1	1	2	2	4	5	6	8	1	1	2	3	4	5	6	8		1	8
1	0	0.59	13	4.4	2.2	2.4	2.2	1.8	1.8	1.6	9	2.5	7.5	11.7	17.2	21.6	26	29	44	9	
2	0.32	0.59	13	7.4	1.8	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	0	17	22.3	26	30.7	34.7	38.5	41.5	46	5	
3	1.16	0.59	14	7	1.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	0	27.6	35.6	37.2	41.2	45.2	48.5	51.6	55	5	
4	1.66	0.59	15	8.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	9	43.2	59	53.2	57.5	61	64.5	67	69	7	
5	1.63	0.59	20	11	2.1	1.8	1.5	1.5	1.6	1.4	0	57.2	66.1	70	75	79.2	83.2	85.2	89	10	
6	2.21	0.59	14	12	2	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	0	74.5	88.5	89.5	94	97.5	101	103.5	92	7	
7	2.59	0.59	15	15	1.2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	0	83	95.5	99	103.2	107	110.5	112	43	10	
8	2.69	0.59	14	10	2	1.6	1.8	2	1.4	1.4	0	95	105.5	113	115.7	121	123.8	125.4	30	7	
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/E	
			0.562	0.321	0.815	0.831	0.662	0.662	0.677												0.319
			0.451	0.362	0.877	0.677	0.635	0.692	0.509												0.350
			0.571	0.366	0.909	0.309	0.509	0.509	0.597												0.394
			0.443	0.506	0.966	0.366	0.506	0.913	0.515												0.283
			0.459	0.693	0.910	0.325	0.520	0.629	0.920												0.833
			0.142	0.357	0.656	0.693	0.656	1.066	0.960												0.565
			0.069	0.353	0.687	1.393	0.786	1.097	0.997												0.732
			0.226	0.657	0.871	0.871	0.857	0.900	0.960												0.767
PROMEDIO			0.387	0.363	0.852	0.637	0.663	0.699	0.795												0.639
DESVIACION ESTANDAR			0.159	0.023	0.028	0.026	0.029	0.016	0.043												0.043

TASA DE FILTRACION: 5.5 m³/h

TURBIDIDAD: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (UTH)								P (CMCA)								SS	
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	2	3	4	5	6	E	I	E	
1	0	0.59	15	4.8	2.4	1.8	1.3	1.6	1.8	1.4	0	10.5	17.3	22	26.5	30.5	32	1		
2	0.72	0.59	13	14	2.2	1	1.2	1.4	1.3	0.82	0	11	18	22	26.7	31.3	36	40	15	1
3	1.14	0.59	15	14	2.3	1.6	1.4	1.2	1.3	0.84	0	21	29.5	34	38.5	43	47	51	50	1
4	1.43	0.59	13	16	4.4	2.2	1.4	1.3	1.2	1.1	0	30.5	41.5	44	50	53.5	57.5	61	39	1
5	1.75	0.59	16	16	3	1.6	1.3	1.2	1.4	1	0	42.5	55	59.5	64	68	71.5	75.5	36	1
6	1.94	0.59	17	16	11	2.0	1.6	1.4	1.1	1.1	0	50	66	70	74	79	81.5	85	30	1
7	2.16	0.59	14	22	5.4	2.2	1.4	1.3	1.2	1	0	57	75	79	84	88.5	91	95	26	1
8	2.54	0.59	11	14	2.6	1.6	1.4	0.3	0.72	0.66	0	66	85.5	90.5	94	97.5	100.5	104	15	1
9	2.92	0.59	16	15	12	4.2	1.4	1.2	0.8	0.8	0	101.2	102.2	111	114.6	118.7	122.5	125.5	30	1

EFICIENCIA	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E	I/E
	0.630	0.540	0.747	0.630	0.680	0.686	0.567	0.969
	-0.077	0.231	0.844	0.905	0.692	0.390	0.532	0.933
	0.067	0.212	0.653	0.367	0.523	0.315	0.344	0.967
	0.000	0.755	0.373	0.922	0.323	0.353	0.329	0.974
	0.111	0.722	0.311	0.312	0.333	0.322	0.344	0.972
	0.052	0.323	0.365	0.366	0.355	0.335	0.325	0.957
	-0.571	0.214	0.843	0.500	0.507	0.314	0.329	0.962
	-0.273	0.431	0.155	0.573	0.327	0.335	0.340	0.938
	0.663	0.250	0.738	0.313	0.325	0.353	0.373	0.967
PROMEDIO	0.006	0.633	0.842	0.314	0.316	0.323	0.336	0.961
DESVIACION ESTANDAR	0.315	0.206	0.027	0.417	0.418	0.020	0.012	0.013

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 5329

No. COPIAS: 44

T.E. = 0.5

FILTRO No. 2-B

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	CARGO (l/hr)	TASA DE FILTRACION: 12.4 m/h										TURBIDIDAD INFLUYENTE: 15									
			TURBIDIDAD (UNT)										P (CMCA)									
			1	1	2	2	4	5	5	E	1	1	2	3	4	5	6	E	1	E		
1	0	0.66	16	6	2.2	1.6	1.6	1.4	1.3	1.1	0	3.5	11.5	19	27	34.0	41	46	49	1		
2	0.5	0.66	9	10	2.2	1.7	1.5	1.2	1.2	0.74	0	10.5	31	37.5	44.5	51.5	57	61	62	3		
3	0.95	0.66	17	12	2.6	1.2	1.5	1.2	1.1	0.7	0	51.3	43.5	48.7	56.5	60	65.2	72.0	54	5		
4	1.25	0.66	15	15	3.4	1.4	1.1	0.86	1.5	0.75	0	49	64	70	76	82	87.5	91	59	4		
5	1.45	0.66	11	14	4.2	1.5	1.4	1.1	1	0.72	0	25.3	65.5	32.2	38.5	105	110.6	114	53	3		
6	1.53	0.66	12	14	4.6	2	1.4	1.5	1.2	0.7	3	74	55.5	132.1	109	115.5	120.5	124	46	2		
7	1.72	0.66	18	12	5	3	2	1.8	1.2	0.74	0	53	107	113.5	119.5	124.5	129	132.5	42	2		
8	1.85	0.66	15	14	5.2	1.6	2	1	1.2	0.76	0	32.5	112.5	124.5	130	135.5	140.5	144	44	1		

EFICIENCIA	I/E								I/E
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/E		
	0.523	0.263	0.500	0.333	0.312	0.319	0.331		0.975
	-0.444	0.756	0.611	0.601	0.667	0.667	0.318		0.966
	0.133	0.817	0.923	0.315	0.323	0.327	0.323		0.997
	0.606	0.773	0.397	0.327	0.343	0.320	0.345		0.923
	-0.167	0.650	0.675	0.333	0.303	0.317	0.340		0.940
	-0.167	0.617	0.333	0.337	0.325	0.330	0.341		0.957
	0.333	0.722	0.633	0.665	0.300	0.333	0.333		0.952
	0.222	0.711	0.311	0.635	0.344	0.333	0.338		0.977
FRONTERO	0.667	0.740	0.674	0.333	0.393	0.399	0.344		0.942
DESVIACION ESTADIA	0.313	0.675	0.340	0.336	0.326	0.325	0.313		0.625

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 6328

Nº CORRIDA: 49

CASA DE FILTRACION 11.4 a/h

T.E. = 0.9

TURBIDAD INFLUENTE: 15

FILTRO No: 2-F

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDAD (UTN)							P (CMH)							SE*			
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	2	3	4	5	6		E	I	E
1	0	0.66	20	10	3.9	3.1	3	3	4.1	2.6	0	4	11.5	12.2	16	72	39	44	42	1
2	0.42	0.66	20		5.1	3	2.9	2.7	2.5	2.2	0		15	31	37	42	47.5	52	30	1
3	0.89	0.66	12		4	1.8	2.4	1.2	1.2	1.8	0		45.5	51.5	57.5	62.5	67	71.5	30	1
4	1.04	0.66	14		3.2	2.5	2.3	2	1	1.8	0		54	60.3	66.5	72	77	82	32	1
5	1.37	0.66	9		3	2.2	2.1	1	2	1.8	0		65.3	68.3	75.3	80.5	84.5	89.5	16	1
6	1.75	0.66	22		4.4	2.7	2.1	1.1	2.1	1.9	0		85	92	97.5	102	105	110	38	1
7	1.92	0.66	14		5.2	2.8	2.1	1.1	1.9	1.8	0		101	107	112	116	120	123.5	24	1
8	2.06	0.66	12		4	3.2	2.3	1.3	2.0	1.8	0		113.5	120	125.3	130	134	139	18	1
EFICIENCIA			I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7											I/E
			0.509	0.805	0.848	0.859	0.873	0.793	0.579											0.975
			0.740	0.836	0.860	0.862	0.870	0.854	0.829											0.967
			0.667	0.787	0.817	0.817	0.817	0.829	0.829											0.967
			0.771	0.822	0.822	0.822	0.829	0.829	0.871											0.969
			0.857	0.786	0.786	0.786	0.786	0.786	0.804											0.929
			0.800	0.877	0.877	0.877	0.877	0.885	0.874											0.974
			0.623	0.600	0.600	0.600	0.600	0.604	0.601											0.958
			0.667	0.739	0.805	0.875	0.792	0.859											0.944	
PROMEDIO				0.716	0.804	0.822	0.840	0.824	0.825											0.962
DESVIACION ESTANDAR				0.645	0.147	0.041	0.025	0.043	0.021											0.013

F I L T R O 1 - A

TE = 1.19 mm

INSTITUTO DE INGENIERIA-UAM
 PROYECTO 3323

Nº COPPIA: 17

T.E. 1.13

FILTRO No:1-8

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TIPO DE FILTRACION: LMA								TIPO DE FILTRACION: S											
			TURBIDIDAD								F (CMH)											
			1	1	2	3	4	5	6	7	1	1	2	3	4	5	6	7				
1	0	0.14	3	1.3	1.6	1.2	1.4	1.6	1.4	0.76	0	4.5	1	1.5	2	2.5	3	4.3	6	1		
2	4.53	0.1	6	2	1.7	1.7	1.6	1.3	1.3	1.3	0	4	12.3	3	3.3	3.5	4	5	20	6		
3	8.16	0.14	5	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	0	9.2	10	10.5	11	11	11.5	12	1			
4	11.66	0.14	6	2.2	2	1.6	1.7	2	1.6	1.2	0	25	25.3	25	27	27	27.5	28	16	5		
5	14.74	0.14	5	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	0	45	43	43.5	44	44	44.5	45	11	8		
6	15.62	0.14	6	1.4	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	0	51.5	52	52.5	52	53	53.5	54	18	5		
7	17.2	0.14	5.2	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	0	62	62.5	63	63.5	63.3	64.2	65	19	3		
8	20.23	0.14	4	1.2	1.2	1	1.1	1.1	1	0.8	0	75.5	76	76.2	77	77.2	77.5	78	10	5		
9	22.23	0.14	5.6	1	0.8	0.5	1	1.4	1.1	0.72	0	85.5	89	89.5	90	90.5	90.5	91	78	33		
10	25	0.14	2.2	1.3	1.7	1.5	1.1	1.3	1.3	1	0	93.5	94	94.5	95.5	97	97.5	99	60	29		
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/E											1/E		
			0.567	0.467	0.600	0.533	0.467	0.533	0.747												0.833	
			0.667	0.717	0.717	0.733	0.760	0.683	0.733													0.780
			0.640	0.620	0.700	0.646	0.700	0.620	0.740													0.917
			0.632	0.667	0.732	0.717	0.667	0.700	0.800													0.688
			0.720	0.720	0.740	0.720	0.760	0.720	0.720													0.722
			0.767	0.783	0.783	0.753	0.750	0.750	0.767													0.722
			0.806	0.839	0.823	0.823	0.823	0.823	0.833													0.833
			0.780	0.760	0.750	0.750	0.750	0.750	0.800													0.580
			0.519	0.373	0.573	0.543	0.555	0.520	0.551													0.577
			0.409	0.227	0.316	0.295	0.409	0.409	0.545													0.517
FRECUENCIA			0.675	1.066	0.724	0.677	0.673	0.682	0.726													0.656
DESVIACION ESTANDAR			0.120	0.181	0.147	0.186	0.125	0.124	0.187													0.123

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 822

No. COPIAS: 19

T.E. = 1.19

FILTRO No. 1-A

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO l/s	TASA DE FILTRACION: Q_{m}/h									EFICIENCIA INFLUENTE: %											
			I. F. P. I. E. P. A. L. (l/m ² h)									P. (CMCA)									SET		
			1	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	E			
1	0	0.14	7	1.4	1.2	1.1	1	1.0	1.1	0.6	0	1	1.0	2.5	3.5	4.2	5	6	29	1			
2	4.02	0.14	3.2	1.3	1.3	1.1	1	1.2	0.9	1.1	0	1	1.0	4	4.5	5.3	6	6.5	7	6	4		
3	8.25	0.14	4	1.2	0.7	0.75	0.75	0.75	0.7	0.56	0	1	1.0	14	14.5	15	15.5	16	16.5	14	0.5		
4	10.75	0.14	5.2	0.7	0.7	0.55	0.62	0.5	0.7	0.5	0	1	1.0	29	29.5	27	29.5	30	30.5	40	5.5		
5	11.75	0.14	18	1.3	1.4	1	1.3	1	1.2	0.7	0	1	1.0	39	39.5	39	39.5	40	40.2	40.6	54	5	
5	15.75	0.14	1.4	0.8	0.6	0.52	0.5	0.45	0.5	0.5	0	1	1.0	49	51.4	49	51.4	53.2	53.8	54	22	5.5	
7	19.87	0.14	4.4	0.55	0.5	0.5	0.52	0.6	1.1	0.4	0	1	1.0	69.5	69.5	69	69.5	70	70.5	71	46	6.5	
8	21.87	0.14	4	1.1	0.4	0.5	0.5	0.45	0.5	0.4	0	1	1.0	89	89.5	89	89.5	90	90.2	90.5	94	32	5.3
9	23.89	0.14	5.6	0.45	0.44	0.4	0.5	0.45	0.4	0.2	0	1	1.0	99	99.5	99	99.5	99.5	99.5	91	24	3	
10	23.84	0.14	4.2	0.6	0.45	0.4	0.5	0.55	0.5	0.4	0	1	1.0	99	99.5	99.5	99.5	99	99.5	109	28	4.6	
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8													1/6	
			0.900	0.829	0.843	0.587	0.814	0.840	0.914													0.950	
			0.594	0.554	0.655	0.633	0.625	1.719	0.628													0.333	
			0.700	0.825	0.813	0.512	0.813	0.825	0.860													0.964	
			0.865	0.865	0.788	0.801	0.805	0.865	0.894													0.863	
			0.909	0.922	0.944	0.923	0.944	0.952	0.951													0.997	
			0.667	0.750	0.793	0.792	0.800	0.791	0.732													0.705	
			0.875	0.886	0.836	0.882	0.884	0.799	0.899													0.879	
			0.725	0.709	0.675	0.675	0.688	0.675	0.560													0.674	
			0.914	0.921	0.923	0.911	0.932	0.933	0.946													0.933	
			0.857	0.835	0.857	0.857	0.857	0.851	0.805													0.826	
PROMEDIO			0.750	0.813	0.847	0.748	0.841	0.836	0.871													0.808	
DESVIACION ESTANDAR			0.105	0.096	0.079	0.066	0.063	0.064	0.077													0.173	

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
PROYECTO 3023

NO. OFICINA: 21

TIPO DE FILTRACION: A.S.P.M.

T.E. 4.113

TIPIFICACION: INFLUENTE: 5

FILTRO Nos 1-4

MUESTRA NO	TIEMPO (hrs)	MSTC (lit)	T O P E R E I D A T O						P (CM)						EST					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1	0	0.00	1	1.7	1.4	1.1	1.1	1.7	1.1	1.7	1	5	7	9	11	12.7	6	2.08		
2	3.75	1.00	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	0.9	4	4.5	10.5	12	13	14.5	15	17.3	4	1
3	6.5	3.00	1	1.3	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	0.7	3	5.1	11	13	14	15	16	17	19	2
4	9.25	6.00	1	1.4	1.4	1	1.4	1.2	1.1	0.7	2	16.7	17.5	18.5	19.5	20.5	21.3	22.3	23	1
5	12	9.00	1	1.4	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.0	1	19	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25	1
6	14.75	12.00	4.4	1.6	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.7	1	18	18	19	20	21	22	23	24	1
7	17.5	15.00	4.1	1.6	1.2	1.1	1	1.1	1.1	0.7	1	18	18	19	20	21	22	23	24	2
8	20.25	18.00	4.4	1.2	1.1	1	0.9	1.2	1	1.05	1	19.5	19	21.5	22.5	24	25	26.5	27	1.5
9	23	21.00	5	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	0.7	1	21.5	22	23.5	24.3	25.5	26	26.5	27	1
10	25.75	24.00	5	1.3	0.9	0.9	1.0	1	0.75	0.75	1	22.5	22	23.5	24.5	25.5	26	26.5	27	1

EFICIENCIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	E
0.125	0.300	0.253	0.350	0.350	0.350	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.653
0.150	0.375	0.287	0.425	0.425	0.425	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.750
0.175	0.450	0.320	0.500	0.500	0.500	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.900
0.240	0.525	0.380	0.575	0.575	0.575	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.975
0.300	0.600	0.460	0.650	0.650	0.650	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.975
0.350	0.675	0.550	0.750	0.750	0.750	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.975
0.400	0.750	0.650	0.850	0.850	0.850	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.975
0.450	0.825	0.770	0.950	0.950	0.950	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.975
0.500	0.900	0.850	1.050	1.050	1.050	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.975

PROMEDIO

0.337	0.719	0.729	0.723	0.683	0.683	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.723	0.823
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DESVIACION ESTADISTICA

0.164	0.059	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.080
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
PROYECTO 6125

% COPRIADA 14

TASA DE FILTRACION 4.6 L/M

DEL N. 1113

T. PREDICHO 10/11/71

FILTR. Nos 1-4

MUESTRA No	TIEMPO Hrs	PESO (Kg)	T. P. 1 1 1 1 1 1 1 1								P. OMA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0.00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	5	7.0	5.3	10	9
2	4.13	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	11.0	12	12.0	14	20	6	
3	8.25	0.00	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	15.0	20.0	20.0	21	24	1	
4	12.38	0.00	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	19.0	25.0	25.0	22	24	1	
5	16.50	0.00	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	23.0	30.0	30.0	23	24	1	
6	20.63	0.00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	27.0	35.0	35.0	24	24	1	
7	24.75	0.00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	31.0	40.0	40.0	25	24	1	
8	28.88	0.00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	35.0	45.0	45.0	26	24	1	
9	33.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	39.0	50.0	50.0	27	24	1	
10	37.13	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	43.0	55.0	55.0	28	24	1	
11	41.25	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	47.0	60.0	60.0	29	24	1	
12	45.38	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	51.0	65.0	65.0	30	24	1	
13	49.50	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	55.0	70.0	70.0	31	24	1	
14	53.63	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	59.0	75.0	75.0	32	24	1	
15	57.75	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	63.0	80.0	80.0	33	24	1	
16	61.88	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	67.0	85.0	85.0	34	24	1	
17	66.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	71.0	90.0	90.0	35	24	1	
18	70.13	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	75.0	95.0	95.0	36	24	1	
19	74.25	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	79.0	100.0	100.0	37	24	1	
EFICIENCIA			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8											1.8
			0.430	0.470	0.510	0.550	0.590	0.630	0.670											0.720
			0.675	0.720	0.765	0.810	0.855	0.900	0.945											0.990
			0.948	1.004	1.060	1.116	1.172	1.228	1.284											1.340
			0.667	0.704	0.741	0.778	0.815	0.852	0.889											0.926
			0.769	0.796	0.823	0.850	0.877	0.904	0.931											0.958
			0.870	0.887	0.904	0.921	0.938	0.955	0.972											0.989
			0.972	1.000	1.028	1.056	1.084	1.112	1.140											1.168
			0.977	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977											0.977
			0.711	0.816	0.921	0.970	1.019	1.068	1.117											1.166
			0.711	0.844	0.978	1.076	1.174	1.272	1.370											1.468
FORMULA			0.667	0.719	0.771	0.743	0.699	0.710	0.700											0.690
DESVIACION ESTANDAR			0.104	0.081	0.069	0.067	0.10	0.10	0.10											0.104

TABLA DE FILTRACIONES N° 1

TURBIDIDAD INFLUENTE P

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	MANTO (m)	TURBIDIDAD									P (CM)									HT
			T	I	C	S	J	F	F	E	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
1	0	0.55	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	10	12	14	16	111	
2	4.35	0.55	0.6	1	1.5	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	11	13	14.5	16	17.5	19.5	20.5	22	2.07		
3	8.55	0.55	1.0	1	2.1	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	22	22	25.5	29	31.5	32	34	35	3.74		
4	12.55	0.55	1.0	1.4	1.4	1.3	1	1.1	1.1	1	31.5	35.1	37	38.1	39.7	41.4	43	44	1		
5	16.55	0.55	0.8	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1	41.5	45.1	47	48.5	50.2	51.2	52.5	53	6.5		
6	20.41	0.55	0.8	1	1.1	1	1	1	1	1	48.5	51.5	53.5	55	56.5	58.2	59.6	60.6	3		
7	24.16	0.55	0.8	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1	55.5	58	60.2	61.7	63.2	64.5	65.5	66.5	6.5		
8	28.41	0.55	1.1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	61	64	66.2	67.6	69	70.5	71.5	72.5	11.5		
9	32.68	0.55	1.1	1.1	1	1	1	1	1	1	67	70	72	73.5	75	76	77	78	11.5		
10	36.17	0.55	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	73.5	76.5	78.5	80	81.5	82	83	84	11.5		
EFICIENCIA			1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6									1.12		
			0.486	0.571	0.503	0.571	0.484	0.537	0.539										0.245		
			0.213	0.288	0.211	0.284	0.239	0.267	0.274										0.229		
			0.213	0.284	0.206	0.273	0.273	0.271	0.271										0.256		
			0.187	0.239	0.209	0.261	0.274	0.282	0.282										0.263		
			0.258	0.341	0.274	0.338	0.321	0.322	0.322										0.375		
			0.253	0.377	0.269	0.331	0.333	0.346	0.351										0.425		
			0.287	0.343	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323										0.281		
			0.291	0.327	0.326	0.346	0.347	0.354	0.357										0.244		
			0.111	0.213	0.217	0.271	0.283	0.289	0.289										0.232		
			0.113	0.217	0.248	0.271	0.267	0.282	0.284										0.222		
FRECUENCIA			0.281	0.284	0.282	0.281	0.283	0.283	0.284										0.277		
DETERMINACION ESTADISTICA			0.210	0.247	0.281	0.331	0.331	0.364	0.368										0.316		

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	COSTO (\$/hr)	TASA DE FILTRACION (L/CM ² /H)										EFICIENCIA INFLUENTE 5					SET		
			T U F S I E D A I										P (CMH)					I	E	
			1	2	3	4	5	6	E	1	2	3	4	5	6	E	I	E		
1	0	0.59	4.6	1.6	1.6	1.4	1	1.4	1	0.6	0	2	4	6.5	8.5	11	14	17	22	10
2	3.92	0.59	4	0.2	1.6	1.2	1.3	1.5	1	0.2	0	10	12.5	14	15.5	17.5	19.4	21	55	4.63
3	7.40	0.59	3.5	3.2	0	1.3	1.5	1	1	0.7	0	21.6	25	26.7	28	29.4	31	32.2	40	3
4	3.17	0.59	4.2	3.2	1.6	1.4	1.2	1.1	1.2	0.7	0	23.5	25.7	26	27.2	28.7	30.5	42	49	2
5	10.17	0.59	5.2	3.2	2.6	1.6	1.4	1.2	1.4	0.7	0	26.2	28.5	28.8	47	48.5	50.5	52	39	1.5
6	11.67	0.59	6	3.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1	0.64	0	46	54.5	56.8	58.5	60	61.7	63.3	29	2
7	13.17	0.59	5	3.6	2.2	1.2	1.2	1.2	1	0.6	0	55.5	66.5	69	70.5	72	73.5	75	14	1
8	14.67	0.59	7	3	3	1.5	1.3	1.1	1.1	0.59	0	75.5	82.7	85	87	88.5	90	91.5	19	0.5
9	16.17	0.59	4.2	4	3	1.5	1	0.75	0.65	0.55	0	91.5	99	97	98.5	100	101.5	102.5	8	0.5
10	17.5	0.59	5	6	2.4	2.4	1.2	2	1	0.52	0	94	107	113.5	112	113.5	115	115.5	12	3
EFICIENCIA			I/E	I/E	I/E	I/E	I/E	I/E	I/E											I/E
			0.652	0.652	0.656	0.733	0.699	0.733	0.626											0.545
			0.467	0.713	0.590	0.735	0.733	0.639	0.647											0.216
			0.111	0.444	0.633	0.633	0.722	0.722	0.696											0.325
			0.352	0.267	0.795	0.755	0.771	0.750	0.674											0.950
			0.671	0.556	0.714	0.735	0.735	0.753	0.675											0.351
			0.467	0.653	0.600	0.600	0.600	0.633	0.697											0.900
			0.233	0.560	0.763	0.763	0.763	0.600	0.350											0.929
			0.256	0.571	0.716	0.614	0.643	0.645	0.521											0.950
			0.345	0.236	0.714	0.762	0.621	0.645	0.553											1.338
			0.600	0.653	0.600	0.610	0.667	0.655	0.513											0.752
PROMEDIO			0.271	0.563	0.722	0.739	0.765	0.739	0.669											0.875
REIVIACION ESTANAR			0.204	0.121	0.454	0.652	0.652	0.643	0.653											0.124

TASA DE FILTRACION 12.4 g/h

TURBIDIDAD INFLUYENTE: 5

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	SASTO (L/2l)	TURBIDIDAD (UTH)								P (CMH)								EST		
			1		2		3		4		1		2		3		4		E	I	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
1	3	0.88	1	1.4	1.4	0.88	0.74	0.7	1	0.6	0	4.5	6.7	14	13.7	22.7	25.5	73	6	1	
2	3.17	0.64	7.1	4.8	1.6	2	0.92	0.74	0.8	0.58	1	25	30.5	31	37	40	43	46	19	0.72	
3	3.84	0.68	4	4.8	2.4	1.5	0.78	0.64	0.7	0.42	0	15.1	41.7	45.3	48	51	53.5	56.2	12	0.5	
4	4.42	0.88	4	3.4	2.4	1.2	0.6	0.7	0.6	0.44	0	25	32	56	59.5	61.5	64	66.8	9	0.5	
5	5	0.68	5.2	4	2.8	1.4	0.7	0.74	0.7	0.44	0	37.5	41	65	67.5	70	72	74.5	14	1.5	
5	5.75	0.88	4.4	3.6	2	1.4	0.7	0.75	0.54	0.52	0	41.7	72	75	79	82	84.5	87	10	0.5	
7	6.5	0.68	5.4	4.8	2.8	1.8	1	1	0.64	0.54	0	74	84	89	91	93.5	95	99	6	0.5	
8	6.83	0.56	3.6	2.4	2.4	1.0	0.54	0.48	0.5	0.42	0	81.5	82.5	95.5	101.5	104	105	108	9	0.5	
9	7.23	0.68	7.8	4.3	2.2	1.2	0.52	0.6	0.5	0.4	0	91.2	104	105.5	112	114	116	118	14	0.5	
10	8.08	0.36	3.8	3.2	2.2	1.1	0.84	0.5	0.64	0.4	0	103	117	122.5	125.5	129	129	132	12	0.52	
EFICIENCIA			1/1	2/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/E	
			0.350	0.300	0.350	0.630	0.650	0.500	0.700												0.580
			0.353	0.500	0.722	0.572	0.657	0.769	0.917												0.950
			0.250	0.600	0.733	0.873	0.893	0.823	0.923												0.958
			0.150	0.420	0.714	0.510	0.625	0.957	0.635												0.320
			0.121	0.576	0.751	0.865	0.953	0.865	0.915												0.693
			0.192	0.545	0.682	0.841	0.630	0.877	0.661												0.950
			0.148	0.481	0.704	0.815	0.815	0.891	0.900												0.917
			0.133	0.323	0.639	0.850	0.627	0.811	0.833												0.928
			0.400	1.623	0.840	0.931	0.820	0.923	0.947												0.964
			0.636	0.371	0.636	0.817	0.857	0.817	0.864												0.957
PROMEDIO			0.245	0.471	0.701	0.820	0.842	0.837	0.888												0.897
DEVIACION ESTANDAR			0.132	0.108	0.068	0.073	0.071	0.116	0.082												0.134

INSTITUTO DE INGENIERIA-HUAN
PROYECTO SOCE

No. COPIAS: 31

T.E. = 1.12

TASA DE FILTRACION: 12.4 m/h

TURBIDIDAD INYECTADA: 5

FILTRO No.1-A

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD						F (CMC)						SET						
			1	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E			
1	0	0.86	4.6	1.8	1	1.1	0.5	0.3	0.4	0.1	0	11.5	16.2	10	13.5	24	28.5	32.5	10	3.1	
2	2.33	0.96	3.2	3	3.4	1.6	1	1	1	0.5	0	11.5	13.5	32.7	35.8	29	42	45	4	0.1	
3	3.33	0.96	4.5	4.4	5	-	0.7	0.1	0.4	0.4	0	11.4	10	14	47	50	53	55.5	22	0.5	
4	3.75	0.26	3	4	3.4	1.6	0.8	0.1	0.25	0.25	0	13	23.5	37.5	61	44	47	62.5	18	3.3	
5	4	0.86	5	3.6	2.6	1.4	0.7	0.36	0.6	0.6	0	17.5	27	51	35	66	71	73.5	19	0.5	
6	4.5	0.25	5	4.1	3.5	1.9	0.8	0.44	0.46	0.26	0	14	38.8	54	77	30	62.5	65	19	0.1	
7	4.92	0.86	3.6	4.4	3.2	1.2	0.3	0.2	0.22	0.32	0	17.5	29.5	35	38	91	92	95	24	1.2	
8	5.5	0.26	4	3.2	2.8	1.4	0.3	0.22	0.22	0.24	0	18.5	29	34	39	101.5	104	105	25	2.5	
9	6.1	0.26	5	3.6	2.8	1.6	0.66	0.3	0.44	0.36	0	27	101.5	105	110.5	110	115	116.5	24	3	
10	6.57	0.26	2.6	3	2.8	1.6	1	0.8	0.5	0.3	0	35.5	115	123.5	127	129	131	132.5	20	3	
EFICIENCIA			I/1	I/1	I/3	I/4	I/5	I/6	I/6	I/6										I/E	
			0.695	0.783	0.761	0.851	0.831	0.809	0.826												0.520
			0.663	0.662	0.500	0.468	0.781	1.813	0.630												0.675
			0.323	0.545	0.637	0.834	0.879	0.918	0.939												0.977
			0.200	0.350	0.660	0.908	0.860	0.868	0.913												0.806
			0.230	0.140	0.720	0.660	0.215	0.880	0.928												0.950
			0.360	0.400	0.753	0.560	0.527	0.323	0.240												0.950
			1.214	0.413	0.643	0.357	0.537	0.380	0.336												0.337
			0.200	0.200	0.650	0.870	0.870	0.870	0.915												0.904
			0.230	0.480	0.433	0.635	0.648	0.916	1.323												0.875
			0.167	0.222	0.826	0.722	0.825	0.861	0.917												0.850
FORMULA			1.265	0.366	0.662	0.346	0.362	0.885	0.917												0.877
DESVIACION ESTANDAR			0.176	0.212	0.976	0.673	0.045	0.932	0.623												0.691

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 1508

No. COEFICIENTES

T.E. = 1.13

FILTRO No. _____

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/15)	TASA DE FILTRACION								TIEMPO FILTRANTE										
			T U R E I E D A D (U/M)								F (GPA)								SST		
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	3.14	5	1.2	1.6	2.2	1.2	1.2	0.6	0.7	0	1.5	1.3	2	2.4	3	3.5	4	22	5	
2	1.33	0.14	12	1.3	2	1.1	1.6	1.7	1.7	0.73	0	5	5.3	5.5	6	5.1	6.7	7.5	59	1	
3	2.41	0.14	10	1.5	2	1.2	2	1.5	1.4	0.77	0	14.5	14.5	15	15.5	16	16.5	17	24	11	
4	5.16	0.14	9	1.4	2	1.2	1.6	1.5	1.5	1	0	26	26	26	27	27.5	28	23.5	29	5	
5	6.16	0.14	12	1.2	1.3	1.2	1.4	1.4	1.6	0.9	0	26	26	26.5	27	27	37.5	38	22	1	
6	7.41	0.14	12	1.3	1.1	1.4	1.4	1.2	1.2	1	0	32	32	32.5	33	33.5	54	54.5	26	19	
7	8.24	0.14	8	1	1.1	1.1	1.5	1.1	1.4	0.9	0	42	42	42.5	43	43.5	64	64.5	42	2	
8	8.91	0.14	16	1.3	1.2	1.2	1.4	1.1	1	1.3	0	75	75	75.5	75.8	76	76.5	77	64	2	
9	9.33	0.14	16	1	1.2	1.2	1.2	1.1	1	0.9	0	87	87	87.3	87.8	88	89.3	89	60	5	
10	10.16	0.14	16	1	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	0.9	0	99	99	99.3	99.8	100	100.5	101	55	9	
EFICIENCIAS				1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8										1/E	
			0.750	0.543	0.350	0.250	0.190	0.140	0.100	0.060										0.773	
			0.650	0.433	0.280	0.187	0.140	0.100	0.060	0.030										0.503	
			0.350	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	0.005	0.002										0.676	
			0.244	0.177	0.107	0.060	0.030	0.015	0.007	0.003										0.200	
			0.190	0.132	0.070	0.030	0.010	0.005	0.002	0.001										0.295	
			0.100	0.060	0.030	0.010	0.005	0.002	0.001	0.000										0.222	
			0.033	0.021	0.011	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000										0.591	
			0.019	0.011	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000										0.659	
			0.010	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000										0.917	
			0.005	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000										0.245	
PROMEDIOS				0.376	0.242	0.177	0.101	0.063	0.039	0.017										0.312	
RESERVIACION ESTANDBY				0.052	0.035	0.024	0.013	0.006	0.003	0.001										0.119	

INSTITUTO DE INGENIERIA-AQUA
 PROYECTO 2005

No. CCEP10414

T.E. = 1.12

FILTRO No.1-A

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TASA DE FILTRACION (L/HR)								FILTRACION INCREMENTAL								
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	0.14	0	4.5	5.8	2.6	2.6	2.5	2.4	0	1.3	2	2.6	3.3	4.2	5	24	15	
2	2.42	0.14	5.4	9	9	3.2	3.2	2.2	1.8	0	10.5	11	11.5	12	12.5	13	22	11	
3	3.34	0.14	14	5	5.2	2.6	2.6	2.2	1.5	0	24.5	25	25.5	26	25.5	27	60	14	
4	5	0.14	10	3.4	4	2.6	2.6	2.2	1.8	0	36	37	38	38.5	39	40	40	7	
5	5.67	0.14	9	3	3.1	2.4	2.2	1.8	1.6	0	47	47.5	48	48.5	49	49.5	36	5	
6	6.84	0.14	10	2.4	3	2.4	2	1.6	1.5	0	60.5	61	62	62	63	38	5		
7	7.52	0.14	16	2.2	2.2	2.4	2.2	1.8	1.6	0	73.5	74	74.5	75	75	52	9		
8	8.29	0.14	3	2.2	2	1.8	2	1.5	1.4	0	84	84.3	85	85	85.5	36	11		
9	8.52	0.14	11	2.4	2.2	1.8	2	1.4	1.4	0	95.5	96	96.5	96.5	96.8	31	1		
10	9.17	0.14	14	1.8	5	5.4	29	5	1.5	9	191	191.5	192	192	193.5	194	48		
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8	1/8								1/8	
				0.483	0.244	0.211	0.211	0.589	0.723										0.375
				0.219	0.219	0.350	0.529	0.456	0.719										0.580
				0.543	0.629	0.314	0.814	0.543	0.871										0.757
				0.660	0.600	0.740	0.740	0.780	0.840										0.825
				0.657	0.644	0.733	0.726	0.590	0.822										0.861
				0.760	0.700	0.760	0.800	0.840	0.855										0.868
				0.883	0.863	0.859	0.863	0.888	0.900										0.945
				0.725	0.750	0.775	0.750	0.800	0.825										0.771
				0.732	0.800	0.836	0.813	0.873	0.879										0.979
				0.538	0.643	0.814	-0.429	0.545	0.871										0.917
PROMEDIOS				0.683	0.609	0.733	0.802	0.751	0.823										0.771
DESVIACION ESTANDAR				0.186	0.204	0.161	0.366	0.624	0.157										0.179

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 5325

No. (CCEI)2-11

T.E. = 1.13

FILTRO No.1-A

TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h

TURBIDIDAD INFLUENTE:10

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDIDAD (UNT)								P (CMCA)								EST	
			1	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	E
1	0	0.32	6	1.2	1.4	1	1	1	0.7	0.7	0	2	3.5	3	10	12.5	15	17	14	2.5
2	1.17	0.32	3	3	1.6	0.8	0.6	1.2	1.2	0.34	0	8	10.6	12.5	14.5	16	18.5	20.5	24	0.7
3	2.77	0.32	2	5.6	2.4	1	0.8	0.9	0.8	0.6	0	12.5	15.3	16.5	22	30	31.5	33	30	4.5
4	4.25	0.32	12	19	1.2	1	0.7	0.8	0.66	0.6	0	43	40	47	48.5	49.5	51.5	52.5	36	2
5	4.53	0.32	14	6	2.2	1	1.2	1	0.62	0.24	0	53	37	32.2	35.6	60.2	61	62.6	48	3.5
6	5.25	0.32	8	4.4	1.4	0.62	0.8	0.44	0.52	0.44	0	55	60	51	52	62.5	65.5	66	34	1.5
7	5.55	0.32	19	6	2.4	0.7	0.65	0.66	0.7	0.42	0	76	36.5	31.5	32.5	83	84.5	95.5	39	1.6
8	7.77	0.32	12	4.6	2	0.7	0.7	0.7	0.54	0.32	0	86.5	32	33.3	34	95	96	96.5	29	1
9	7.75	0.32	12	5	2	0.8	0.5	0.8	0.4	0.3	0	91	59	100	101	101.5	102.5	103	46	1
10	8.25	0.32	3	4.6	2	0.54	0.6	0.7	1.2	0.3	0	102.5	117.6	105.5	119	111	112.5	113	54	0
EFICIENCIAS			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/8
			0.593	0.757	0.823	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833										0.821
			0.667	0.822	0.935	0.955	0.867	0.667	0.962											0.971
			0.290	0.730	0.875	0.900	0.950	0.530	0.925											0.859
			0.267	0.900	0.917	0.942	0.925	0.945	0.950											0.944
			0.571	0.842	0.925	0.914	0.923	0.956	0.940											0.927
			0.450	0.825	0.923	0.900	0.945	0.935	0.945											0.956
			0.220	0.750	0.923	0.934	0.934	0.930	0.953											0.947
			0.617	0.835	0.942	0.942	0.959	0.955	0.973											0.950
			0.553	0.833	0.933	0.953	0.953	0.957	0.975											0.973
			0.469	0.778	0.944	0.939	0.921	0.867	0.967											0.952
PROMEDIOS			0.466	0.905	0.915	0.919	0.915	0.929	0.948											0.920
DESVIACION ESTADIST			0.175	0.053	0.035	0.024	0.030	0.026	0.026											0.054

INSTITUTO DE INGENIERIA-INIAH
 PROYECTO 8229

No. COPIAS: 12

T.E. = 1.19

FILTRO No.1-A

TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h

RESERVA DE IMPLENTE: 10

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEAD (UTN)								F (MG/L)								SST
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	
1	0	0.32	6	1.6	2	1.2	1	3.5	1.2	0.66	0	5.3	6.5	16.5	12.5	14.5	16.5	15	2.2
2	1.67	0.31	14		3	1.8	2	2.2	1.8	0.6	0	14	15	19	20	22	24	25	1
3	3.25	0.32	10		3	1.8	1.2	2.2	0.6	0.5	0	10	11.7	23	24.5	26	27.5	42	3
4	4	0.32	10		2.8	1.4	0.6	1	6.8	0.5	0	12	13.5	15	16.5	18	19.5	30	1.5
5	4.88	0.32	10		2.8	1.6	1	2	1.2	0.5	0	51	52.5	54	55	55.5	57.2	24	2
6	5.23	0.32	9		2.4	1.2	1	1.1	1.2	0.62	0	53	60	61.7	62	63	64.5	44	4.5
7	6.66	0.32	12		2.6	2	3.8	1.2	2	0.52	0	76	77.7	79.1	79.2	81	82.2	49	1.5
8	7	0.32	10		2.2	1.2	0.7	1.2	1.4	0.42	0	89.7	92	92.7	94	95.2	95.3	44	4
9	8.68	0.32	8		3.4	1.8	1.6	2.4	2	0.44	0	91	92.5	94	94.5	95	96	28	3.5

EFICIENCIAS	I/1	I/2							I/6	I/E
		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8		
		0.667	0.600	0.567	0.400	0.600	0.600		0.663	
		0.756	0.871	0.857	0.549	0.671	0.557		0.790	
		0.700	0.823	0.859	0.700	0.549	0.557		0.729	
		0.729	0.760	0.820	0.890	0.820	0.750		0.740	
		0.740	0.841	0.860	0.600	0.890	0.750		0.733	
		0.733	0.857	0.833	0.473	0.867	0.731		0.783	
		0.783	0.853	0.833	0.701	0.833	0.657		0.790	
		0.790	0.859	0.833	0.833	0.669	0.753		0.675	
		0.675	0.775	0.775	0.770	0.750	0.745			
PROMEDIOS		0.720	0.833	0.861	0.737	0.847	0.743		0.823	
DESVIACION ESTANDAR		0.064	0.052	0.055	0.150	0.051	0.023		0.038	

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 3022

No. CURVA: 4

T.E. = 1.19

TURBIDIDAD INFLUENTE 10

FILTRO No. 1.A

CURVA No	TIEMPO hor	CAUDAL (l/s)	TASA DE FILTRACION 8.5 m/h								TURBIDIDAD INFLUENTE 10										
			TURBIDIDAD (UNT)								P (CMCA)										
			I	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E	
1	9	0.59	10	3.1	3.2	2.5	1.8	1.5	1.8	1.5	0	2	5	9.5	13.7	17.1	21.2	25.5	32	2	
2	1.66	0.59	9	4	2.4	1.5	1.4	1.5	2.4	6.64	0	9.2	12.5	16	18.8	22.3	25.5	29.3	26	1	
3	2.52	0.59	14	20	3	2.2	1.2	1.4	1.4	0.58	0	23.5	27.5	30.5	33.5	36	39.5	42	40	4	
4	3.66	0.59	3	9.4	2.4	1.6	1	1	1.4	0.72	0	16.5	41	44	46	49	51.3	54	32	1	
5	4.41	0.59	12	22	5	1.2	0.66	1.2	1	0.52	0	74.5	41	63.5	65.5	68	70	72.7	46	8	
6	5.49	0.59	3.6	20	4.4	1.2	0.7	0.7	0.8	0.5	0	76.5	25.7	82.5	89.5	91.5	93.6	95.5	30	1	
7	6	0.59	3	8.2	2.9	1.4	1.3	1.62	0.7	0.5	0	55	36	56.3	100	101	103.5	105	28	1	
8	6.17	0.59	7	7	2.2	1.4	1	0.5	0.2	0.5	0	26.5	39	112.5	114.7	116.5	118.5	121	23	2	
EFICIENCIAS			I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E											I/E	
			0.610	0.550	0.740	0.620	0.640	0.820	0.840												0.930
			3.255	0.730	0.822	0.644	0.822	0.730	0.929												0.962
			-0.429	0.735	0.640	0.714	0.709	0.990	0.755												0.999
			-0.044	0.730	0.622	0.650	0.805	0.644	0.720												0.969
			-0.820	1.833	0.500	0.745	0.700	0.317	0.587												0.825
			-1.063	3.541	0.575	0.557	0.727	0.317	0.545												0.957
			-4.722	0.652	0.325	0.100	0.323	0.813	0.525												0.964
			0.600	0.664	0.600	0.657	1.036	0.886	0.529												0.990
PROMEDIO			-0.147	0.671	0.623	0.637	0.688	0.864	0.527											0.923	
REGULACION ESTANAR			0.076	0.076	0.645	0.040	0.615	0.060	0.025											0.047	

INSTITUTO DE INGENIERIA-BRAN
PROYECTO 6322

No. COPPIA: 5

T.E. 1.12

FILTRO No. 1.A

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TASA DE FILTRACION S/m ² h								DIFERENCIAL PRESIONES P (MCA)								EST		
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	0	0.59	9	2.6	3	3	2	3	3.8	1.4	4	5	12.5	18.5	21.5	25.5	29	35	1		
2	1.42	0.59	10	3.4	3.6	2	1.6	3	2.4	1.2	9	13.5	17	20.5	23.5	26.3	30.5	34	38	2	
3	2.25	0.59	9	9	3.2	2	1.6	1.6	2.2	1	0	24.4	27.5	29.5	32	36.3	39.2	42.3	42	2	
4	3.08	0.59	16	12	5	2	3.4	1.6	2	1	0	32.3	40.2	44.5	46.5	49	52	55	66	3	
5	3.53	0.59	10	14	7	1.8	1.6	1.6	2	1	0	40	48	56.4	71	73	75.5	79	24	6	
6	4.5	0.59	9	8.4	4.6	1.8	1.8	1.6	1.4	0.8	9	43.5	75	77	80.5	83.5	85.5	88.2	23	2	
7	5.08	0.59	11	19	3.5	1.6	1.4	1.3	1.4	0.64	5	85	59	53	95	97	99.5	101.5	42	1	
8	5.33	0.59	12	10	5.4	2.4	1.6	1.4	1.2	0.64	9	39.4	39	100.5	103	105	106	109.5	29	1	
9	5.5	0.59	10	10	4	1.8	1.8	1.4	1	0.62	3	37.5	107	110	112	114	116	118	30	1	
10	5.88	0.59	12	9	4	1.4	1.2	1.4	1.2	0.2	9	132.5	114	117	115.3	129.3	122.3	125	44	1	
EFICIENCIAS			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8											1/8	
			0.711	0.667	0.667	0.777	0.777	0.767	0.575	0.244										0.972	
			0.260	0.640	0.600	0.520	0.750	0.760	0.650												0.247
			-0.125	0.600	0.750	0.390	0.390	0.725	0.375												0.269
			0.250	0.658	0.575	0.763	0.360	0.575	0.250												0.225
			-0.590	0.300	0.825	0.340	0.240	0.500	0.210												0.750
			-0.650	0.425	0.775	0.775	0.600	0.225	0.360												0.523
			0.091	0.692	0.655	0.373	0.582	0.273	0.324												0.975
			0.167	0.550	0.500	0.567	0.593	0.300	0.247												0.964
			0.090	0.690	0.523	0.523	0.500	0.300	0.333												0.967
			0.250	0.667	0.667	0.500	0.555	0.550	0.320												0.927
PROMEDIO			3.115	0.532	0.304	0.326	0.322	0.303	0.208												0.935
DESVIACION ESTADISTICA			0.279	0.120	0.061	0.041	0.077	0.055	0.032												0.655

INSTITUTO DE INGENIERIA-ANM
 PROYECTO 8228

No. OPERACION: 48

S.E. = 1.19

FILTRO No. 1-3

TASA DE FILTRACION: 1.2 m/d

EFICIENCIA: 100%

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	GASTO (lts)	TUBERIA								TUBERIA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	3.59	6	1.3	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	0.75	0	6.1	10.2	14.7	19.5	22	25.5	22	2.7	
2	0.88	3.59	9.2		2	1.1	1	0.76	1.2	0.94	0	16.7	23.5	24.2	27.5	30.5	33.5	30	0.5	
3	1.76	3.59	14		2.1	1.2	1.4	0.8	0.75	0.54	0	31	24.3	37.4	46.5	43.5	44	34	0.5	
4	2.64	3.59	5.6		2.5	1	0.4	0.7	0.55	0.35	0	56.5	53.5	62.5	53	67.5	73.5	10	0.5	
5	3.52	3.59	13		1.1	1	1	0.65	0.62	0.55	0	86.5	69.5	72.5	74.5	76.5	75.5	34	1.01	
6	4.40	3.59	4.6		1.5	0.65	0.75	0.8	1.1	0.85	0	121.5	120.5	121.5	121	121	121	12	1	
7	5.28	3.59	14		1.6	1	0.24	0.62	0.7	0.6	0	38	101.7	105	106	110	112	36	1	
8	6.16	3.59	15		3.2	1.4	1.2	0.56	0.94	0.6	0	112	116	112	122	124	127	40	0.5	
EFICIENCIA				1:1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8									1/E	
				0.700	0.767	0.767	0.767	0.850	0.767	0.573										0.896
					0.733	0.869	0.891	0.917	0.870	0.941										0.922
					0.850	0.914	0.960	0.943	0.946	0.951										0.985
					0.707	0.854	0.914	0.919	0.919	0.940										0.950
					0.862	0.922	0.922	0.952	0.952	0.960										0.970
					0.674	0.885	0.842	0.873	0.874	0.887										0.917
					0.186	0.232	0.348	0.346	0.305	0.363										0.372
					0.670	0.512	0.325	0.346	0.541	0.519										0.569
PROMEDIO					0.771	0.868	0.899	0.912	0.875	0.956										0.956
EFICIENCIA ESTADISTICA					0.070	0.050	0.054	0.045	0.057	0.054										0.034

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 3523

No. COPIAS: 46

T.E. = 119

FILTRO No: 1-6

TASA DE FILTRACION: 1.1 l/m² s

EFICIENCIA INFLUENTE: 10

MUESTRA No	TIEMPO (min)	GASTO (l/s)	TURBIDEIDAD (UNT)										F. COCINA					SET		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	9	0.59	3.4	2.6	1.8	1.5	1.2	1.4	1.2	0.84	0	5.5	12	16	23	27.1	26	23	26	23
2	9.8	0.59	13	4.6	1.8	1.8	1.2	1.2	1.2	0.82	0		19	23	26.3	30	33	35.5	45	0.5
3	1.22	0.59	4	2.6	1.8	1.8	1.2	1.4	1.4	0.84	0		25.8	33.5	36.2	40	42.4	45	5	0.5
4	1.84	0.59	12	6	2.1	1.6	1.3	1.3	1.3	0.76	0		30	33.7	36.7	39.5	42	44	46	1.5
5	1.57	0.59	5	1.7	1	0.7	0.9	0.6	0.74	0.44	0		37.5	44	46.8	50	52	54	56	1
6	3.03	0.59	3	4.3	1.4	1.2	1.6	0.6	0.5	0.35	0		41	44	46.8	50	52	54	56	1
7	3.49	0.59	11	3.6	0.66	0.52	0.63	0.52	0.58	0.35	0		59	95.5	103	100.5	103	104	104	0.5
8	3.72	0.59	19	7.5	1.3	1.1	0.7	0.5	0.48	0.42	0		117	129	122	124.5	127	129.5	144	1.5
EFICIENCIA			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8										1.9
			0.711	0.699	0.649	0.672	0.691	0.672	0.672	0.669										0.964
			0.646	0.662	0.662	0.676	0.698	0.698	0.698	0.698										0.989
			0.500	0.552	0.553	0.700	0.653	0.653	0.665	0.665										0.923
			0.590	0.625	0.653	0.632	0.652	0.697	0.699	0.699										0.958
			0.559	0.633	0.653	0.633	0.631	0.677	0.677	0.677										0.960
			0.415	0.600	0.655	0.603	0.625	0.625	0.625	0.625										0.975
			0.739	0.745	0.957	0.852	0.748	0.952	0.952	0.952										1.941
			0.571	0.925	0.919	0.561	0.617	0.975	0.975	0.975										0.966
PRONEDIO			0.655	0.813	0.841	0.667	0.693	0.697	0.743											0.954
DESVIACION ESTANDAR			0.124	0.115	0.117	0.061	0.025	0.052	0.033											0.026

INSTITUTO DE INGENIERIA-UAM
PROYECTO 2323

No. COEFICIENTE

T.E. = 1.13

FILTRO No. 1.4

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TASA DE FILTRACION 12.4 m/h								TURBIDEZ INFLUYENTE 10											
			TURBIDEZ (UTA)								P (CMCA)											
			1	1	2	3	4	5	6	7	1	1	2	3	4	5	6	7				
1	3	0.55	10	25	5.4	2.2	3.6	2.4	2	1.5	0	5	16.5	15	13	25	33	25.5	55	25		
2	1.22	0.55	12	32	10	4	1.3	1.2	1.4	1	0	15.3	13	17.5	31.5	35	39.4	43.4	102	36		
3	1.5	0.55	16	15	12	4.4	1.6	2.6	3.2	3	0	22.2	20.5	38	42	46	49.6	53.5	104	42		
4	1.75	0.55	16	53	16	3.6	3	2.3	2.2	1	0	25.7	35	41.6	46.4	49.6	53.7	59	114	31		
5	2.2	0.55	12	22	13	6	2.2	1.6	1.4	1	0	43	54.5	52.6	55.4	66.7	70.4	75.5	110	36		
6	2.67	0.55	1	24	7	4	1.5	2	1.4	0.7	0	52.6	55.3	71.4	74.3	79	81	64.5	93	42		
7	3.15	0.55	7	18	5	0.2	1.2	2	1.6	0.7	0	53.3	72.5	79	82.5	85.5	89.5	91	76	40		
8	3.65	0.55	6.3	15	4.2	3.4	1.2	1.2	1.6	0.65	0	55.4	57	93.4	96.3	100	103.3	107	68	41		
9	3.85	0.55	7	12	10	2.5	2.2	2.4	2	0.7	0	74.5	35.7	100	104	107	110.5	114	82	41		
10	4.12	0.55	14	23	10	6	2.4	3.2	1.5	0.75	0	90.5	131.5	137.3	114.5	114.5	118.2	122	92	36		
11	4.25	0.55	12	30	22	8	2.4	3	2.4	0.2	0	87	109	115.5	120	122.5	128	130	68	36		
EFICIENCIAS			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7													
			-1.660	0.660	0.560	0.640	0.760	1.500	0.530											0.591		
			-1.667	0.167	0.667	0.667	0.399	0.833	0.317												0.647	
			-0.125	0.250	0.725	0.900	0.839	0.600	0.395												0.596	
			-2.125	0.096	0.775	0.313	0.825	0.563	0.295												0.728	
			-5.893	-0.083	0.500	0.317	0.575	0.593	0.317												0.673	
			-1.060	0.125	1.590	0.800	0.750	0.825	0.313												0.571	
			-1.571	0.256	0.656	0.829	0.714	0.771	0.309												0.474	
			-1.383	0.382	0.507	0.824	0.735	0.765	0.303												0.397	
			-0.714	-0.429	0.629	0.635	0.657	0.714	0.309												0.580	
			-0.443	0.216	0.571	0.823	0.771	0.836	0.346												0.609	
			-1.590	-1.322	0.333	0.660	0.759	0.500	0.355												0.400	
FRONTERO			-1.720	0.019	0.566	0.300	0.702	0.317	0.317												0.562	
RESERVACION ESTAN- DAR			1.454	0.344	0.121	0.071	0.065	0.254	0.013												0.102	

INSTITUTO DE INGENIERIA-MIAM
 PROYECTO 8223

NO CORRIJAS

T. E. = 1.15

TURBIDIDAD INFLUENTE 10

FLUJO No

L.A

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	VELOCIDAD (ft/seg)	TASA DE FILTRACION (GAL/MIN)								TURBIDIDAD INFLUENTE (CTU)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0.85	7	2.9	4.4	12	2.9	3.1	4.2	1.5	3	4	10	15.7	21.6	27.5	33.3	39.5	35	27
2	1	0.86	3.4	8	5.2	5.5	3	3.4	2.3	1.1	3	7	14	23	28.5	34.8	36	40	39	11
3	1.25	0.86	4.5	8.2	4.4	4.2	3	2.3	2	0.3	0	29	35.5	36	40	44	48	53	14	3
4	1.75	0.86	10	3	5.4	3.4	2.4	2.4	2.2	0.3	0	35	44	43	53	53	61	54.5	18	7
5	3.02	0.86	3.4	29	6.2	4	1.6	1.6	1.6	0.63	0	41	51	55	60	64.5	68	72	18	2
6	3.5	0.86	11	16	4.8	3	1.4	2	1.6	0.63	3	51	53	59.5	72.5	76.5	81	35	24	1
7	4.18	0.86	5.1	19	8.4	1.3	1.3	2.1	2.8	0.63	0	57	64	91	95.5	99	103	106.5	20	15
8	4.22	0.86	6	9.4	5	4	1.3	1.6	1.4	0.58	0	77	35.5	105	110	115	118	121	38	2
9	4.52	0.86	10	7	5	3.2	1.6	1.7	1.5	0.6	0	81	103.5	112.5	116.5	121.5	125.3	128.8	40	8
10	4.75	0.86	10	11	6	2.5	1.4	1.4	1	0.4	0	87	112	121	124.2	129	132.3	136	36	1
EFICIENCIAS			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6										1.6
			0.756	0.585	-0.714	0.555	-0.107	0.400	0.523											0.259
			0.343	0.251	0.245	0.343	0.255	0.257	0.381											0.633
			0.137	0.237	0.433	0.534	0.705	0.752	0.905											0.756
			0.160	0.450	0.633	0.750	0.754	0.750	0.520											0.511
			-0.521	0.262	0.524	0.810	0.814	0.810	0.919											0.859
			-0.333	0.400	0.750	0.823	0.823	0.847	0.945											0.959
			-0.225	-0.387	1.719	0.774	0.845	0.848	0.888											0.250
			-0.557	0.167	0.133	0.766	0.790	0.767	0.823											0.947
			0.303	0.499	0.635	0.840	0.820	0.820	0.840											0.809
			-0.160	0.440	0.740	0.669	0.363	0.590	0.340											0.972
PROMEDIO			-0.244	0.220	0.453	0.754	0.673	0.738	0.808											0.714
DESVIACION ESTANDAR			0.812	0.271	0.417	0.825	0.254	0.149	0.653											0.252

INSTITUTO DE INGENIERIA
 PROYECTO 8328

Nº CORRIU: 23

TASA DE FILTRACION: 4.6cm

T.E. = 1.19

TURBIDEAD INFLUENTE: 15

FILTRO Nº: 1-A

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEAD								P (CMCA)								SST	
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E
1	0	0.32	16	1.4	1.1	1	1.1	0.88	1.2	0.72	0	-	1.2	5	6	7.5	9	10.5	34	2.84
2	1.89	0.32	12	4	1.4	0.89	1.3	1.3	0.8	0.84	0	24	25	26	27	29	29	30.1	25	0.52
3	2.41	0.32	17	11	1.4	1.1	1.3	1.3	1.4	0.64	0	37.5	38.5	39.5	40.2	42	43	44	39	0.5
4	2.86	0.32	17	7.8	1.2	1.1	1.3	1.1	1.2	0.66	0	44.5	46	46.3	48	48.6	49.8	50.5	25	0.67
5	2.84	0.32	14	6	1.2	1.1	1.2	1.1	0.83	0.6	0	51	52	53	53.7	55	55	57	34	0.5
6	3.22	0.32	22	11	1.1	1.1	1.2	1.3	1.1	0.78	0	64.5	66	67	67.5	69	69.7	79.7	95	0.5
7	3.54	0.32	17	11	1.2	1	1.3	1	0.74	0.63	0	68	71.5	82.5	83	83.7	84.5	85	29	0.5
8	4.04	0.32	3.5	7.6	1.4	1	1.2	0.85	0.84	0.54	0	81.5	83.5	95	95.7	96.4	97	97.5	19	0.5
9	4.41	0.32	16	5.4	0.73	1.3	1.3	1	1.2	0.69	0	104	107	108	108.7	109.5	110	110.5	24	0.5

EFICIENCIA

I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7	I/E	I/E
0.513	0.351	0.396	0.321	0.345	0.322	0.325		0.916
0.667	0.353	0.327	0.332	0.332	0.323	0.347		0.920
0.353	0.318	0.353	0.324	0.324	0.313	0.352		0.930
0.541	0.329	0.335	0.324	0.325	0.325	0.361		0.974
0.571	0.314	0.321	0.314	0.321	0.349	0.347		0.985
0.598	0.323	0.358	0.345	0.341	0.359	0.365		0.991
0.353	0.329	0.341	0.324	0.341	0.356	0.368		0.983
0.482	0.325	0.352	0.347	0.353	0.331	0.322		0.958
0.463	0.354	0.319	0.319	0.323	0.325	0.355		0.979

PROMEDIO

0.516	0.316	0.323	0.313	0.325	0.321	0.353		0.971
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	-------

DESVIACION ESTANDAR

0.223	0.055	0.013	0.027	0.016	0.016	0.012		0.022
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	-------

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/g)	TASA DE FILTRACION: 4.6 m/h								TURBIDEAD (UTH)								P (CMCA)						SET									
			1		2		3		4		5		6		E		I		2		3		4		5		6		E		I		E	
			1	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	1	2	3	4	5	6	E	I	E						
1	0	0.32	12	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1.5	1.2	0	2	3	6.5	6.5	10.5	12.5	14.5	22	0.5														
2	1.5	0.32	14	8	2.1	1.6	1.2	1.5	1.3	1.22	0	15	17	19	20.7	22.5	24	25.5	32	1.03														
3	2.42	0.32	16	9	3	1.2	1.2	1.1	1.6	0.74	0	38	38.5	41	32	33.5	35	36	37.5	29	6.5													
4	2.94	0.32	17	12	4.2	1.6	1.5	1.2	1.2	0.8	0	37.6	41	42.3	43	44	45	46	50	2														
5	3.59	0.32	18	12	5.8	1.4	1.1	1.2	1.2	0.9	0	47.6	55	53.8	55	56	57	58.3	46	0.5														
6	3.84	0.32	14	12	6.4	1.4	1.1	1.3	1.2	0.74	0	55.5	59.2	59.6	61.6	62.6	63.6	64.6	53	1.5														
7	5.96	0.32	14	11	6	1.5	1	1.2	1.1	0.75	0	61.2	67	66.5	69.5	70.5	71.5	73	72	0.52														
8	4.44	0.32	12	13	7.2	1.6	1.1	1	1	0.75	0	71	78.2	80.2	81.5	82.7	83.5	84.5	46	0.5														
9	4.94	0.32	11	12	8	1.7	1.2	1	1.1	0.75	0	80.5	89	90	91	92	93	94	14	0.5														
10	5.86	0.32	12	12	6.6	2.6	2.1	2.2	1.8	1.1	0	95	105.5	109	110	111	111.5	112.5	34	1.73														

EFICIENCIA	I/I								I/E																									
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E		I/E			
	0.833	0.850	0.867	0.885	0.900	0.925	0.930		0.937		0.940		0.944		0.947		0.949		0.950		0.951		0.952		0.953		0.954		0.955		0.956		0.957	
	0.429	0.545	0.636	0.714	0.793	0.907	0.941		0.954		0.968		0.982		0.992		0.997		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000	
	0.435	0.513	0.525	0.525	0.531	0.530	0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534		0.534	
	0.234	0.282	0.354	0.424	0.513	0.523	0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523		0.523	
	0.333	0.478	0.522	0.533	0.533	0.533	0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533		0.533	
	0.143	0.400	0.500	0.521	0.507	0.514	0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514		0.514	
	0.214	0.571	0.823	0.923	0.914	0.921	0.944		0.952		0.964		0.976		0.989		0.994		0.994		0.994		0.994		0.994		0.994		0.994		0.994		0.994	
	0.272	0.600	0.911	0.925	0.944	0.944	0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952		0.952	
	0.651	0.273	0.545	0.381	0.733	0.703	0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729		0.729	
	0.660	0.420	0.783	0.825	0.817	0.820	0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825		0.825	
PROMEDIO	0.297	0.623	0.883	0.909	0.908	0.903	0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933	
RESERVATORIO ESTAN44R	0.144	0.150	0.040	0.033	0.034	0.027	0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012		0.012	

INSTITUTO DE INGENIERIA-UACH
 PROYECTO 8228

No. CONDICIÓN: 35

T.E. = 1.19

FILTRO No.1-A

TASA DE FILTRACION: 3.5 m/h

PERTEIDA INFLUENCIA: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	GASTO (l/ps)	TURBIDEIDAD (NTU)								P (CMH)								EST		
			1	1	2	2	4	5	6	E	1	1	2	2	4	5	6	E	I	E	
1	9	0.59	8.4	2	1.4	1	1.1	0.8	0.56	0.72	0	3.3	6.3	10.3	14	17.5	21	24	30	0.5	
2	0.85	0.59	14	12	3.3	1.3	1.1	1.1	1.1	0.36	0	17	21.7	24	27	30	33	35.5	44	0.5	
3	1.17	0.59	15	13	6	2	1.2	1.3	1.4	0.8	0	26.5	36.6	34.3	37.2	40.2	43	45.3	50	1.5	
4	1.47	0.59	18	12	6.5	2.2	1.3	1.1	1.1	1	0	40	45.2	49	52	55	57.6	60.5	60	1	
5	1.79	0.59	15	15	10	2.4	1.2	1	1.3	0.72	0	56	62	66	68.7	71.5	74	76.2	40	0.5	
6	2.14	0.59	15	12	8	2.6	1.4	1.1	1.6	1.64	0	74	82	85.5	88.5	91.5	94	96.5	42	0.5	
7	2.37	0.59	17	11	7	1.4	1.2	1	1.6	0.6	0	84.2	93.5	97.2	100	102.5	106.2	109	42	0.5	
8	2.54	0.59	16	15	14	4.2	5	8	1.6	0.8	0	95	105.7	110.5	113	116	118.5	121	56	2	

EFICIENCIA

1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/E
0.762	0.833	0.691	0.565	0.995	0.998	0.993
0.143	0.729	0.671	0.914	0.921	0.914	0.989
0.153	0.609	0.667	0.920	0.921	0.907	0.947
0.339	0.632	0.376	0.920	0.937	0.937	0.944
0.996	0.929	0.849	0.920	0.923	0.913	0.952
0.290	0.467	0.613	0.907	0.927	0.852	0.944
0.294	0.562	0.859	0.929	0.941	0.906	0.989
0.063	0.122	0.728	0.556	0.590	0.909	0.950

PROMEDIO

0.241	0.539	0.643	0.624	0.972	0.905	0.943
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DESVIACION ESTANDAR

0.222	0.211	0.045	0.077	0.141	0.015	0.012
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INGENIERIA-IRAM
 PROYECTO 2328

H₂ COPRIDA: 43

T.E. = 1.19

FILTRO Hori-A

TASA DE FILTRACION: 0.5cm/h

TURBIDEAD INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEAD (UTH)						P (CMCA)						SST						
			1		2		3		4		5		6		E	I					
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
1	0	0.59	17	4.2	2.8	2.3	2.2	2.3	2.2	1.6	0	3	6.5	9.7	13.2	17	20.5	23	42	1	
2	0.58	0.59	12	4.6	2.5	1.7	1.7	2	2.2	1.3	0	12	22	15	23.5	32.5	35.8	38.5	28	1	
3	0.9	0.59	14	7.4	2.4	1.7	1.8	2	1.8	1.3	0	22.5	31.5	34.5	37.5	41	44	46.5	32	1	
4	1.15	0.59	15	7.4	2.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	0	35.5	49.5	43.5	46.5	49.5	52.3	55	36	2	
5	1.52	0.59	13	11	2.8	1.6	1.7	1.6	2	1.4	0	54	59.5	63	66	69.5	72.5	75	34	1	
6	1.7	0.59	18	8.4	3.2	2	1.7	1.6	1.8	1.4	0	67	73.2	76.5	80	83	85.5	89	46	1	
7	2.07	0.59	20	12	4	2	1.7	1.9	1.8	1.5	0	78.5	85.7	89.2	92.2	95.5	98.5	101	44	1	
8	2.55	0.59	19	8.6	3.6	2.2	1.6	1.7	2.1	1.4	0	96	107.6	111	114	116.5	119	122	14	1	
EFICIENCIA			I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E											I/E	
			0.753	0.835	0.885	0.871	0.865	0.871	0.996												0.976
			0.660	0.752	0.828	0.858	0.833	0.817	0.892												0.944
			0.471	0.622	0.577	0.571	0.557	0.571	0.797												0.969
			0.507	0.627	0.592	0.593	0.633	0.593	0.907												0.944
			6.154	0.795	0.377	0.369	0.377	0.346	0.892												0.971
			0.533	0.822	0.853	0.766	0.911	0.580	0.922												0.979
			0.400	0.300	0.500	0.915	0.395	0.510	0.925												0.977
			0.140	0.640	0.750	0.940	0.510	0.790	0.660												0.938
PRECEDIO			0.445	0.791	0.868	0.873	0.869	0.962	0.901												0.965
DESVIACION ESTADISTICA			0.19	0.060	0.036	0.022	0.033	0.029	0.019												0.014

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
 PROYECTO 8329

No. CONFIDA: 37

T.E. = 1.19

FILTRO No: 1-A

TASA DE FILTRACION: 12.4 m/h

TURBESIDAD INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hrs)	GASTO (l/s)	TURBESIDAD (NTU)						P (CMCA)						SST					
			1	2	3	4	5	6	E	1	2	3	4	5	6	E	I	E		
1	0	0.66	14	10	5.7	2.4	1.7	2.1	1.6	1.4	0	7	11	15	19	23	27	31	38	3
2	0.62	0.65	15	13	12	5.5	2.1	1.3	1.6	1.3	0	15.7	24.5	29	33	37	40.5	44.5	34	1
3	0.97	0.66	16	16	14	5.5	2.7	1.2	1.7	1.6	0	22	36.5	41	44.5	48	51	54.5	26	1
4	1.24	0.66	16	16	14	3.2	3.1	1.3	1.4	1.3	0	37.6	46	51	54.5	58	61	64.5	24	1
5	1.54	0.65	15	16	13	9	3.1	1.3	1.4	1.2	0	49	57.5	63	67.5	71	74	77.5	26	1
6	1.84	0.65	15	15	15	11	4.2	1.8	1.5	1.2	0	62	74.5	81.5	86	90	93.5	96.5	16	1
7	2.14	0.66	15	15	13	11	4.1	2	1.4	1.1	0	72.8	87	94.5	100	104	106.5	109.5	24	2
8	2.27	0.66	14	18	14	9.8	4.1	2	1.2	1.2	0	83.5	95.5	107	112	115	117	119.5	18	1
9	2.55	0.66	14	16	11	6.2	4.9	2.2	1.6	1.1	0	92	103	117	122.5	126.5	129	132	8	1

EFICIENCIA

I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/E
0.136	0.726	0.614	0.277	0.850	0.826	0.921
0.133	0.260	0.613	0.247	0.890	0.693	0.971
0.003	0.125	0.469	0.221	0.581	0.654	0.962
0.090	0.125	0.415	0.216	0.631	0.919	0.919
-0.067	0.139	0.410	0.221	0.664	0.597	0.962
0.000	0.163	0.227	0.221	0.389	0.380	0.938
0.000	0.153	0.267	0.221	0.567	0.597	0.927
-0.255	0.030	0.214	0.221	0.857	0.914	0.914
-0.143	0.214	0.227	0.221	0.645	0.666	0.875

PROMEDIO

-0.002	0.165	0.473	0.271	0.669	0.700	0.915
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DESVIACION ESTANDAR

0.121	0.297	0.173	0.177	0.104	0.010	0.029
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

INSTITUTO DE INGENIERIA-UNAM
PROYECTO 8203

No CORRIE: 22

T.E. = 1.19

FILTRO No: 1-A

TASA DE FILTRACION: 10.4 m³/h

TIEMPO INFLUENTE: 15

MUESTRA No	TIEMPO (hr)	GASTO (l/s)	TURBIDEDAD								F. COCINA								SST	
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E
			1	1	2	3	4	5	6	E	1	1	2	3	4	5	6	E	I	E
1	0	0.36	17	4.6	3	2.3	1.8	1.8	1.7	1.5	0	4.6	10	16.5	22	27.5	32.5	36.5	34	1
2	0.5	0.65	15	4.5	3	1.6	1.3	1.2	1.2	0.86	0	1.5	2.8	26.5	32	37	41	45	24	0.5
3	0.95	0.85	15	7.6	4.5	2.3	1.8	1.4	1.4	1.1	0	14.5	21.5	38	42.5	47	51	54.5	40	0.5
4	1.5	0.85	22	14	8.8	2.9	1.2	1.5	1.5	1.1	0	4.5	27	53	67.5	71.5	75	79	32	0.5
5	1.85	0.64	15	11	11	3	2	1.5	1.6	1	0	21.5	24	80.5	85	89	93	96	24	0.5
6	1.75	0.66	12	11	5.2	4.3	2	2.2	1.3	0.63	6	75	57.5	94.5	99	102.5	106	102.5	24	0.5
7	1.92	0.84	11	7.6	4.6	2.6	1.6	1.6	1.2	0.9	6	55.5	100.3	103.5	113.3	117.5	121	124	19	0.5
8	2.25	0.86	7	5.6	3.6	2.4	1.4	1.5	1.3	0.57	5	54.5	111.2	119	123.6	122	131.7	125	8	0.5
EFICIENCIA			1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/E										1/E	
			0.248	0.769	0.822	0.862	0.882	0.889	0.890											0.971
			0.688	0.800	0.835	0.813	0.812	0.820	0.845											0.979
			0.575	0.703	0.872	0.930	0.922	0.922	0.939											0.988
			0.364	0.691	0.375	0.314	0.332	0.352	0.350											0.954
			0.257	0.257	0.800	0.587	0.373	0.393	0.933											0.979
			0.055	0.517	0.642	0.893	0.817	0.859	0.927											0.979
			0.369	0.582	0.764	0.836	0.825	0.891	0.918											0.972
			0.299	0.457	0.657	0.809	0.771	0.814	0.876											0.938
PROBIO			0.291	0.693	0.793	0.866	0.863	0.866	0.922											0.974
DEVIACION ESTANDAR			0.275	0.168	0.391	0.639	0.682	0.638	0.622											0.015

A N E X O 4

GRAFICAS.

A N E X O 4

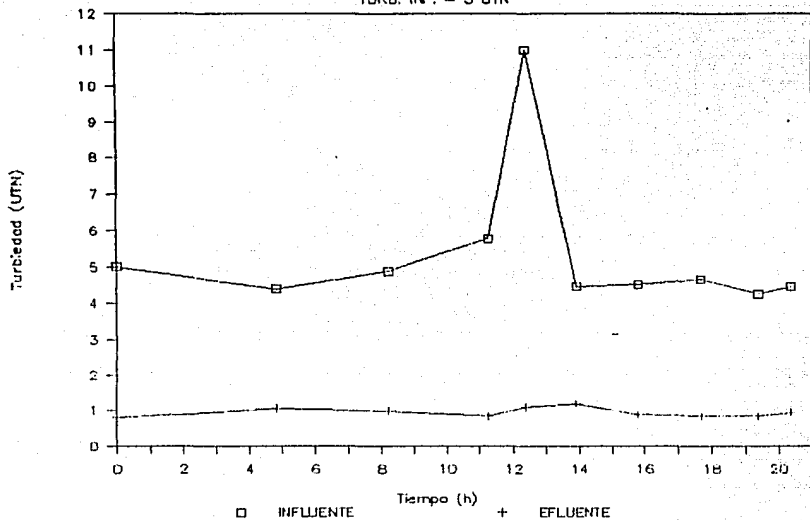
GRAFICAS.

INFLUENCIA DEL TIEMPO EN LA TURBIEDAD, EFICIENCIA Y LA
PERDIDA DE CARGA.

$$TE = 0.90 \text{ mm}$$

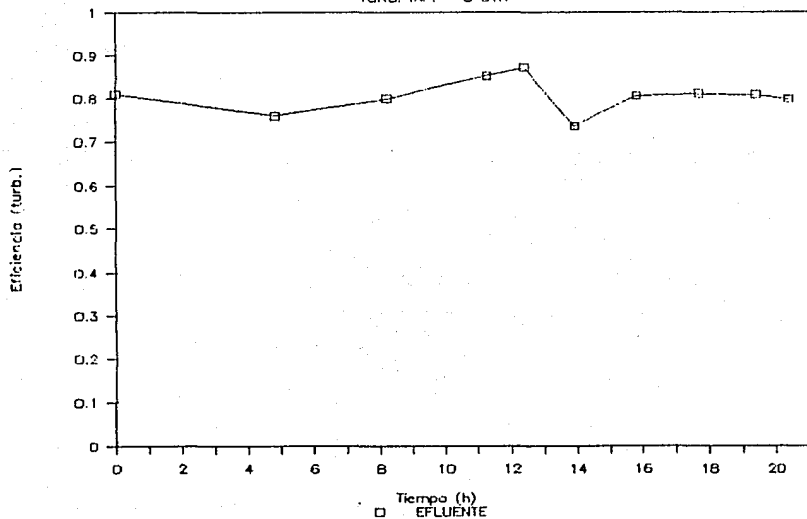
TE = 0.9 VF = 2 m/h

TURB. INF. = 5 UTN

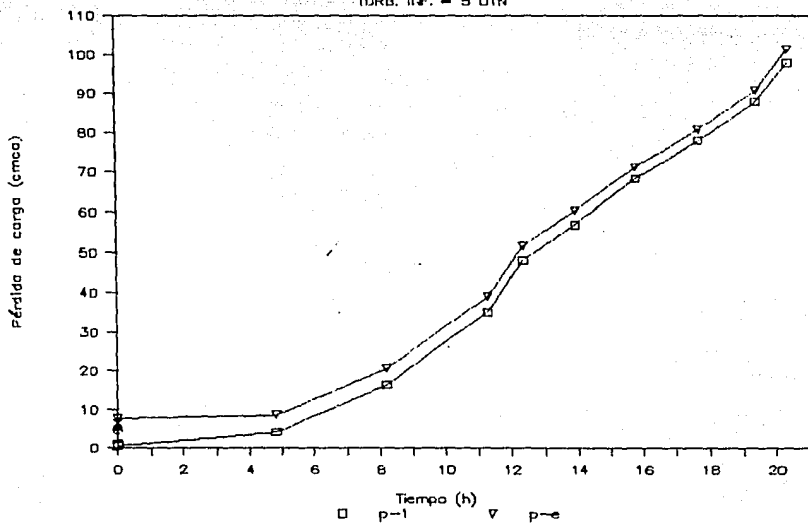


TE = 0.9 VF = 2 m/h,

TURB. INF. = 5 UTN

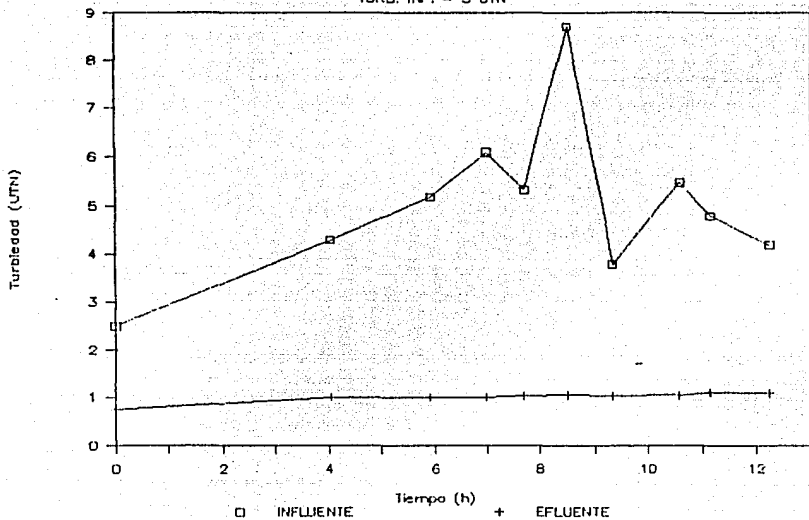


TE = 0.9 VF = 2 m/h
TURB. INF. = 5 UTM



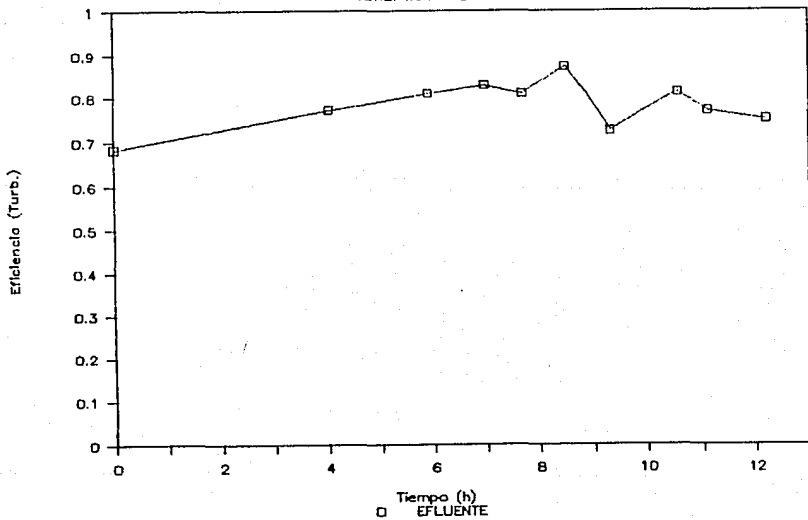
TE = 0.9 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 5 UTN

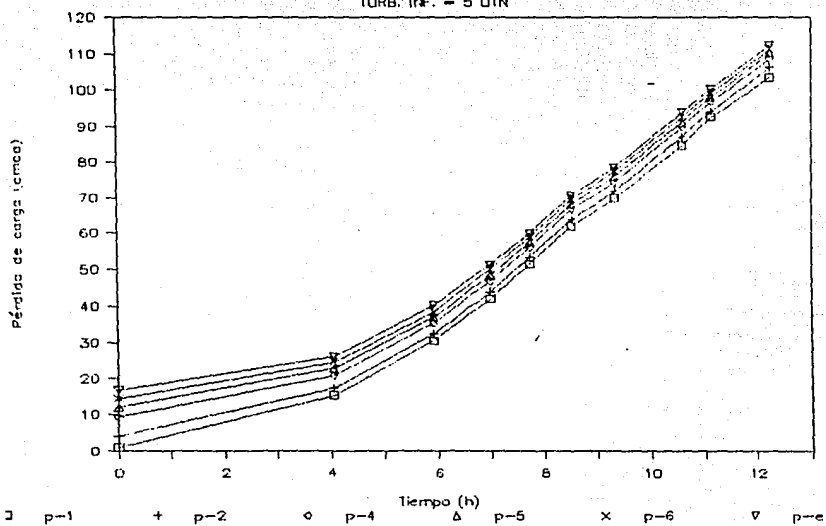


TE = 0.9 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 5 UTN

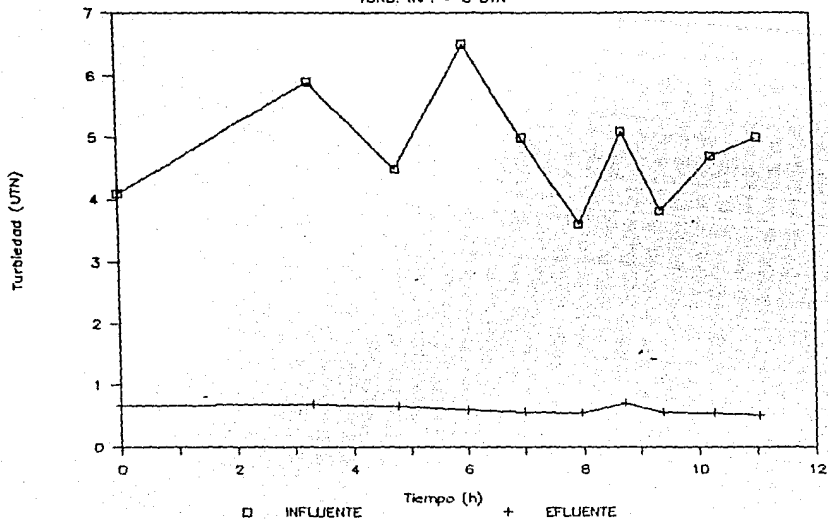


TE = 0.9 VF = 4.6 m/h
 TURB. IIF. - 5 UTM

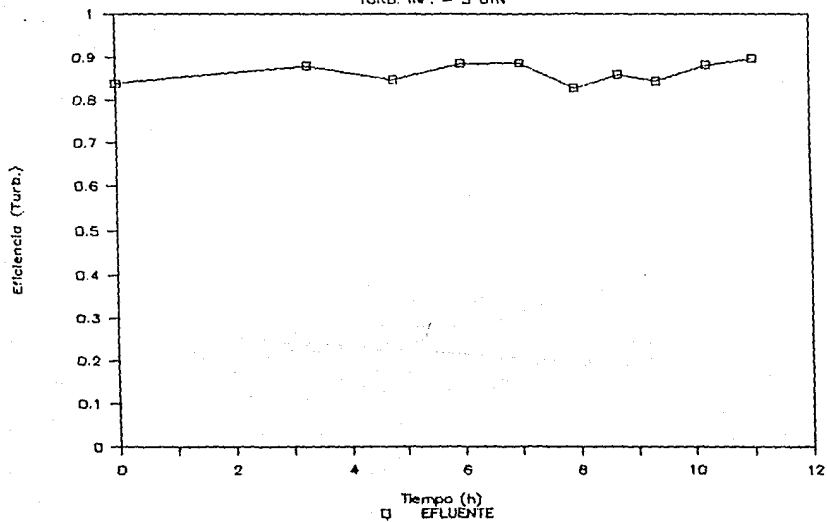


$TE = 0.9$ $VF = 8.5 \text{ m/h}$

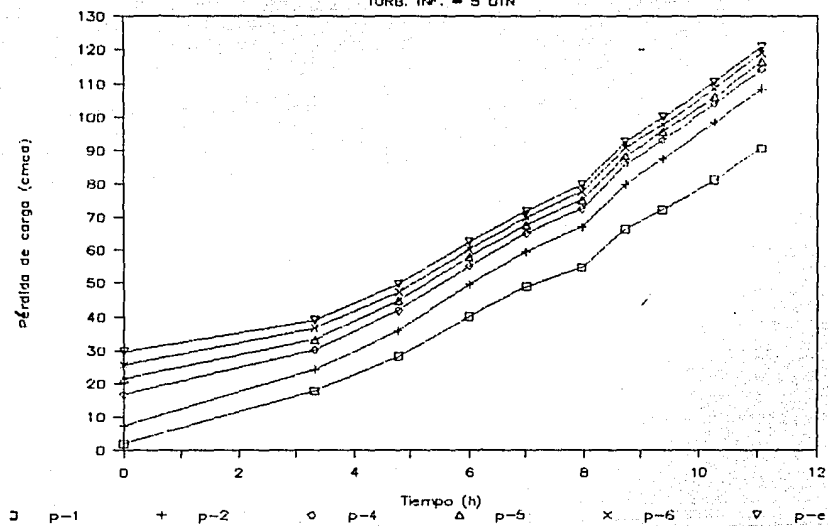
TURB. INF. = 5 UTN


 $TE = 0.9$ $VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 5 UTN

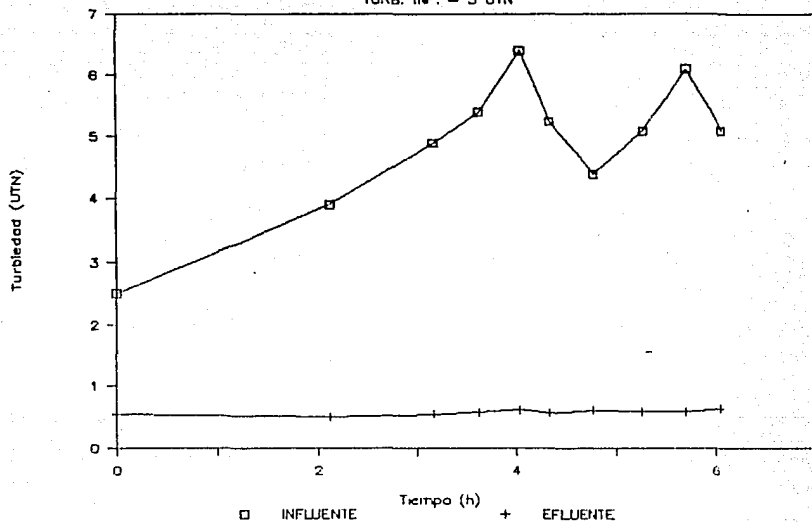


TE = 0.9 VF = 8.5 m/h
 TURB. INF. = 5 LTN

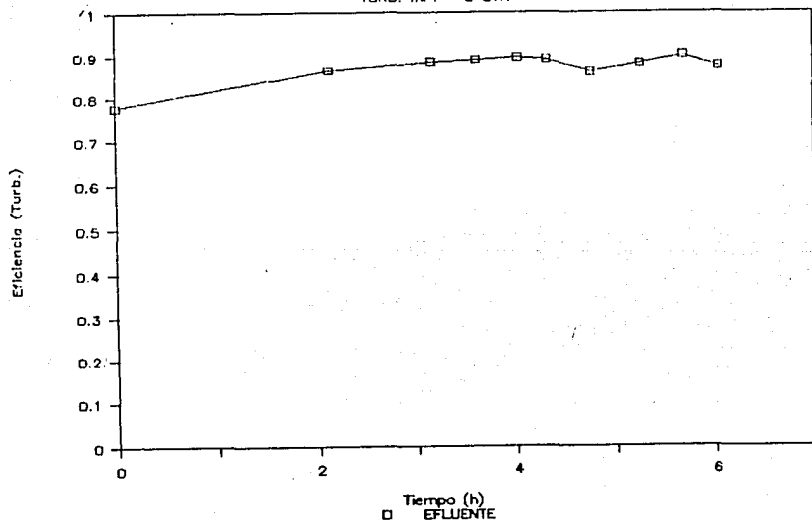


$TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

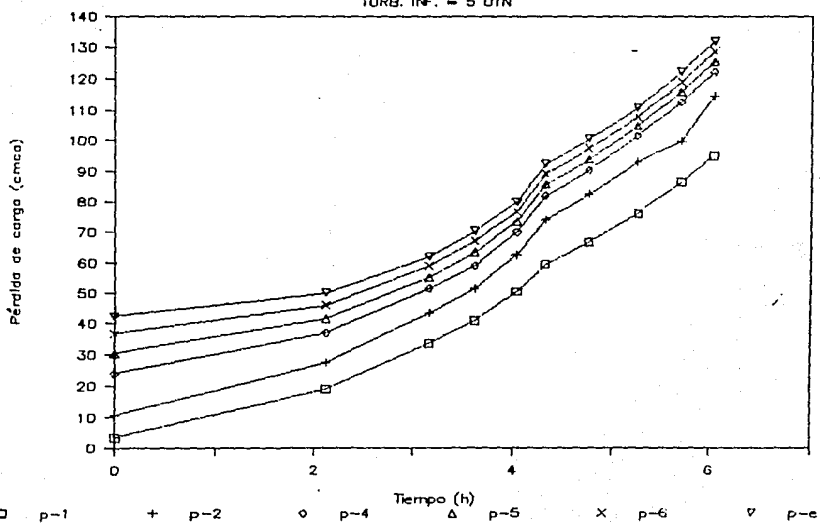
TURB. INF. = 5 UTN

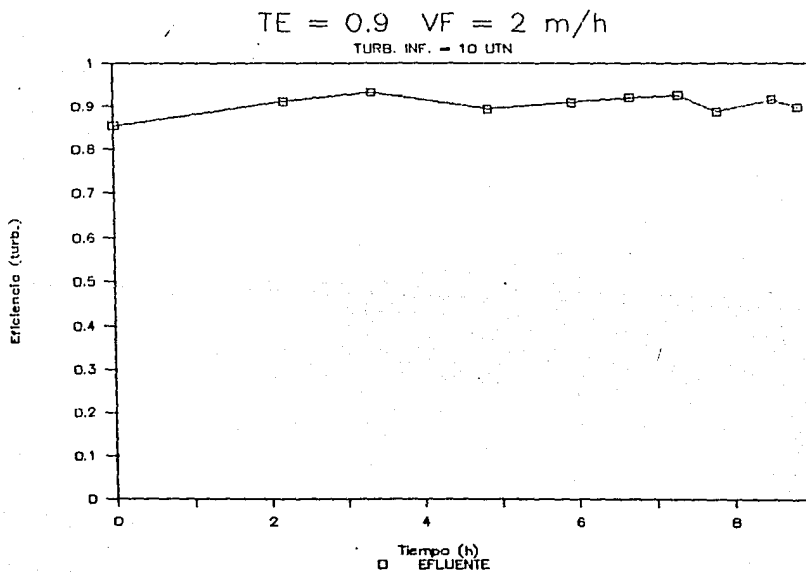
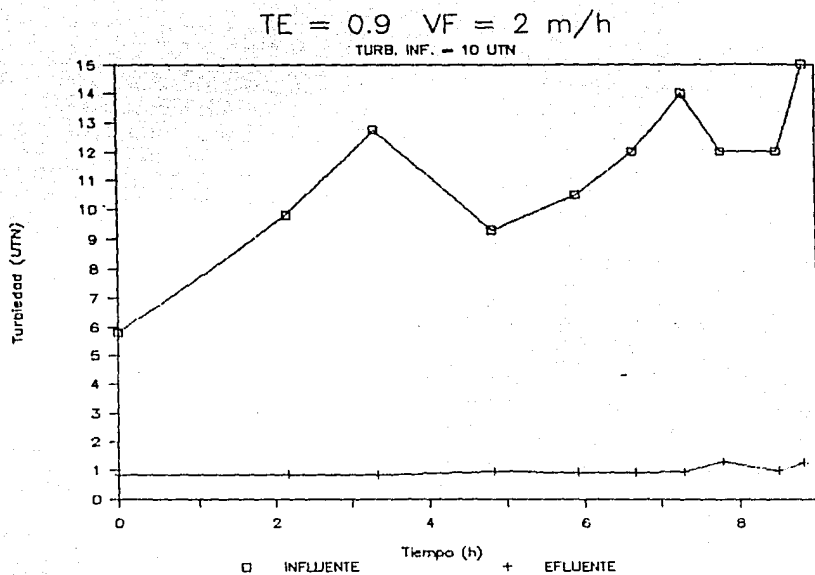

 $TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 5 UTN



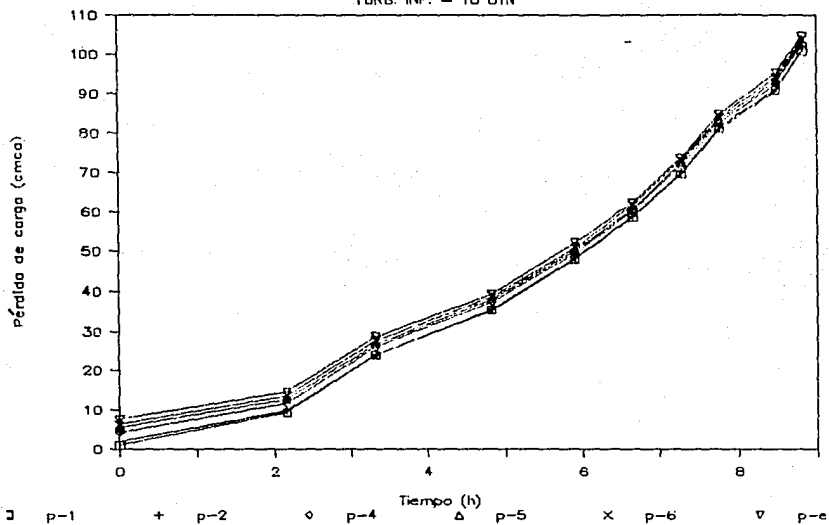
TE = 0.9 VF = 12.4 m/h
TURB. INF. = 5 UTN





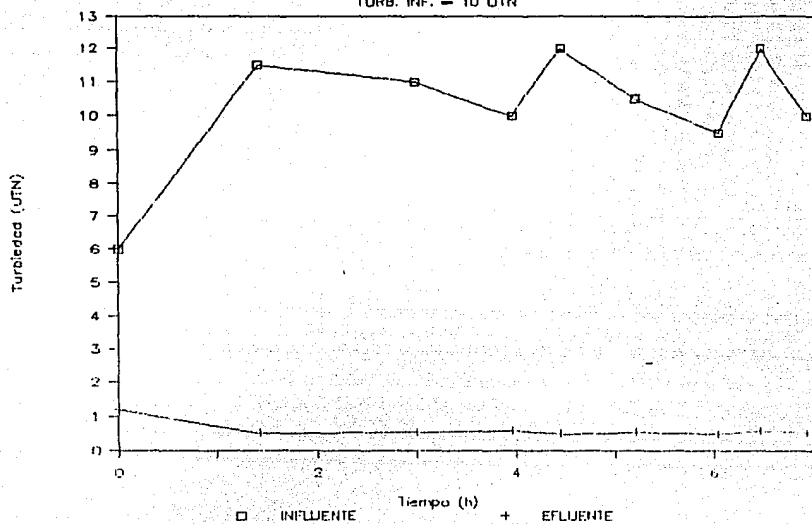
$TE = 0.9 \quad VF = 2 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 10 UTM

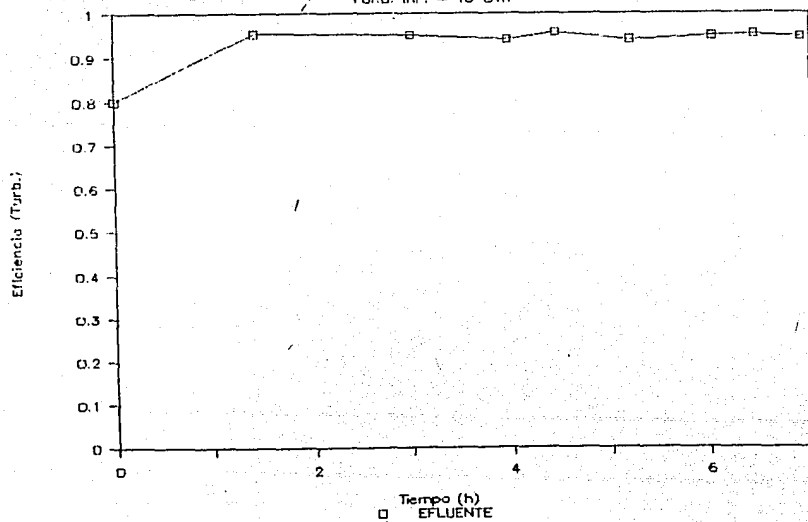


$TE = 0.9$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 10 UNTN

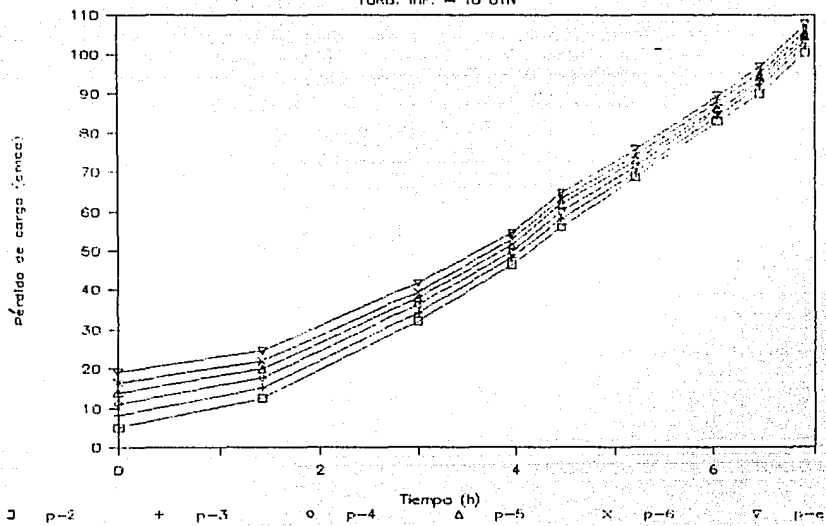

 $TE = 0.9$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 10 UNTN



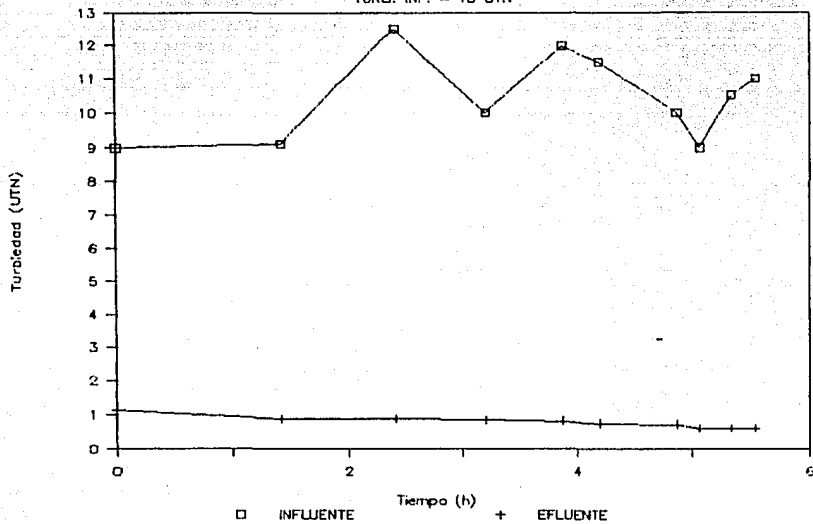
TE = 0.9 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 10 UTH

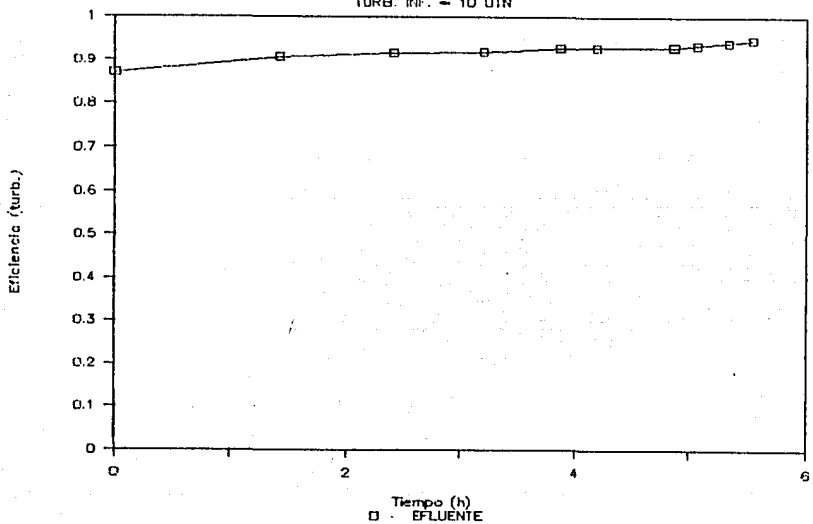


$TE = 0.9$ $VF = 8.5$ m/h

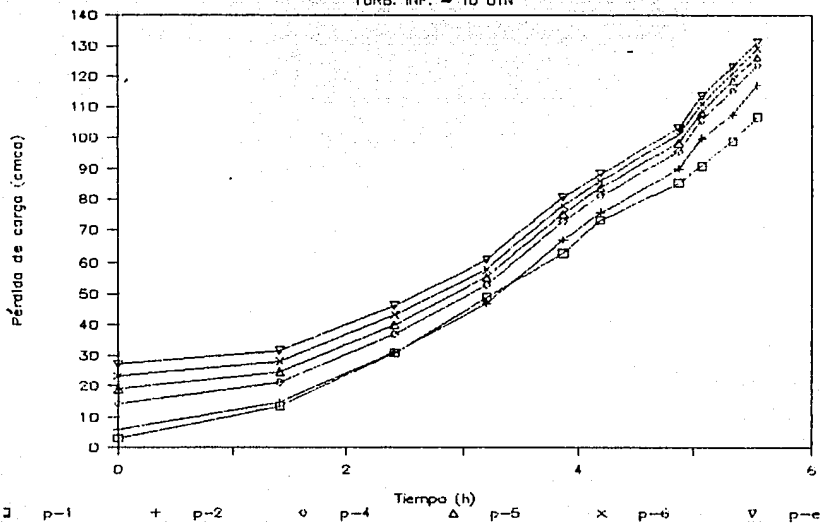
TURB. INF. = 10 UTN


 $TE = 0.9$ $VF = 8.5$ m/h

TURB. INF. = 10 UTN



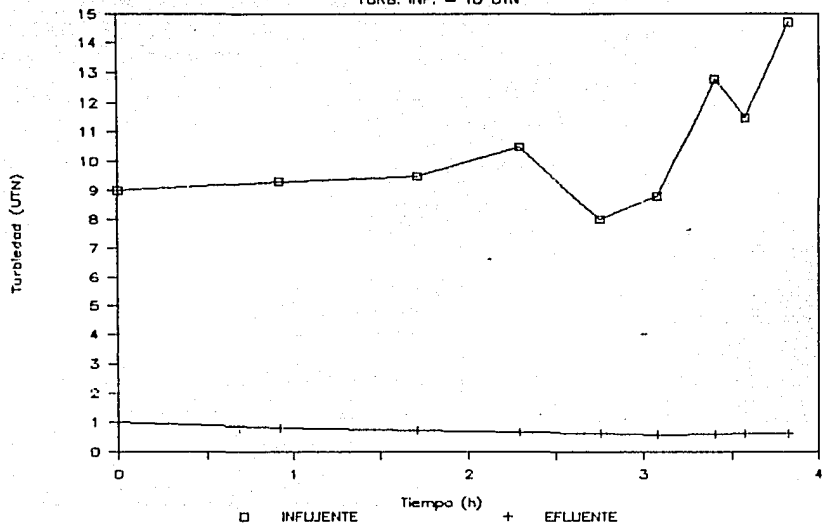
TE = 0.9 VF = 8.5 m/h
 TURB. INF. = 10 UTM



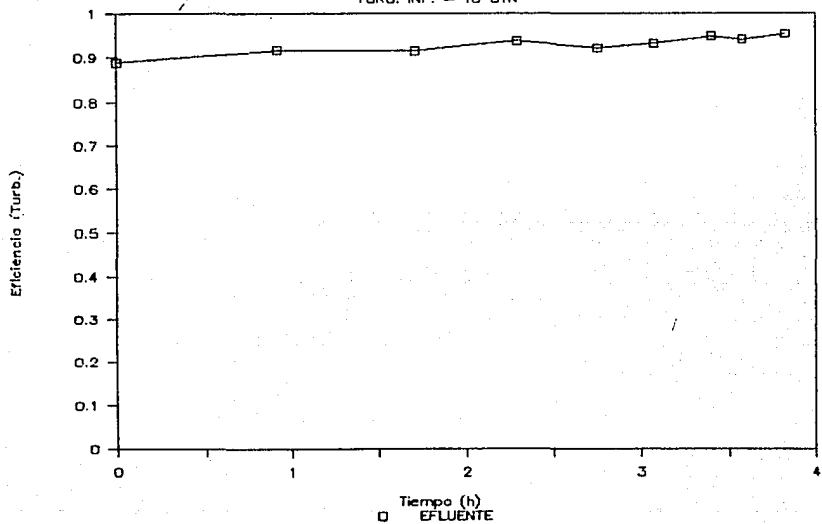
□ p-1 + p-2 ○ p-4 Δ p-5 × p-6 ▽ p-e

$TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 10 UTN

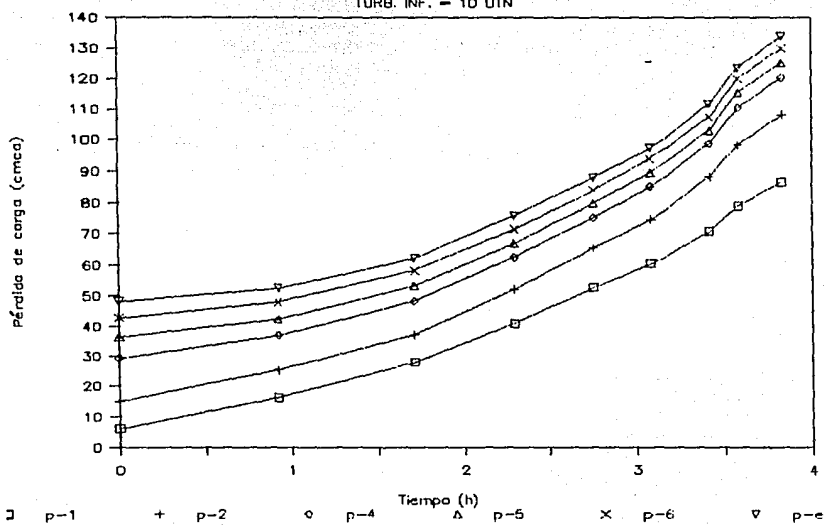

 $TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 10 UTN



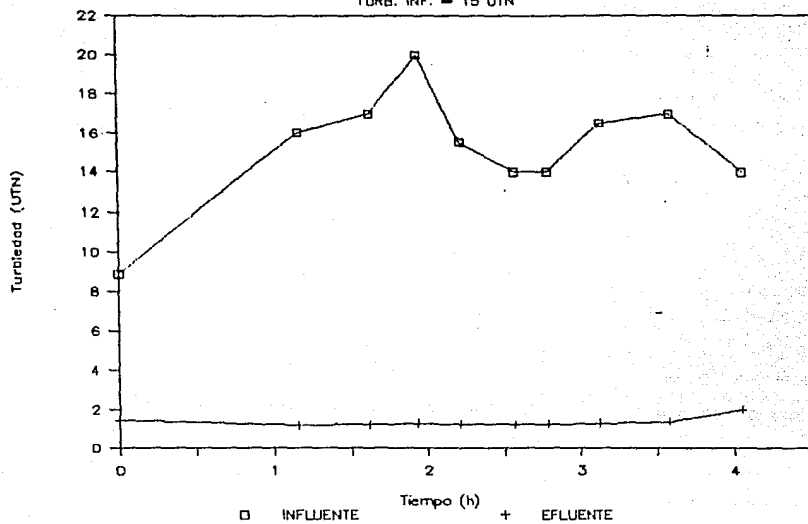
TE = 0.9 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. - 10 UTM



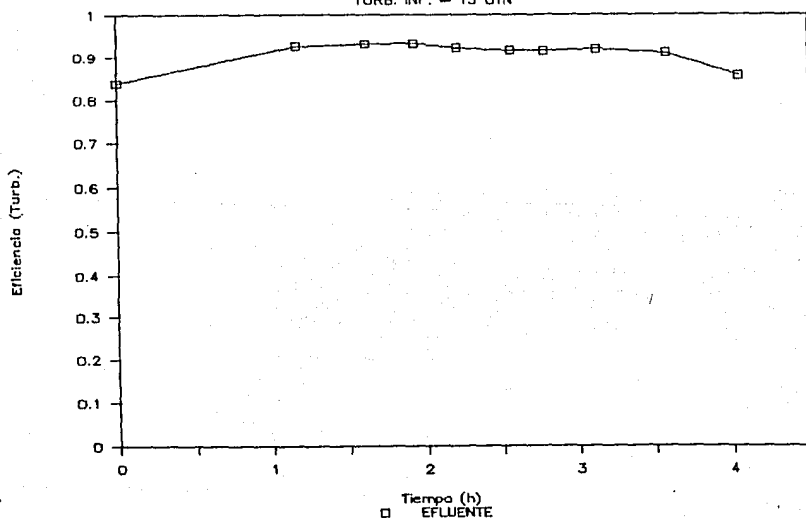
TE = 0.9 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 15 UTN



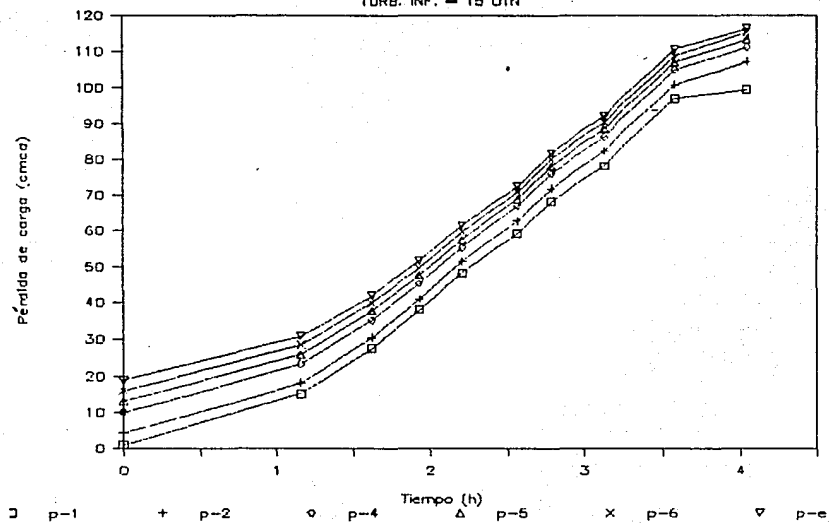
TE = 0.9 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 15 UTN



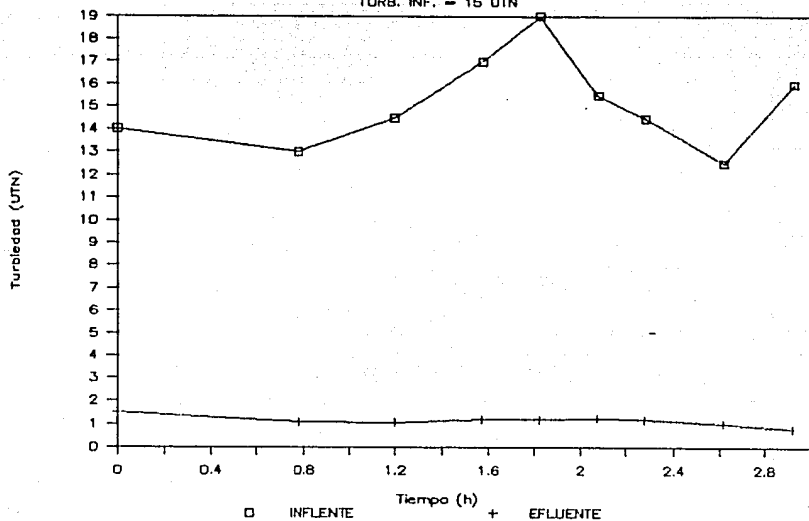
$TE = 0.9 \quad VF = 4.6 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTM

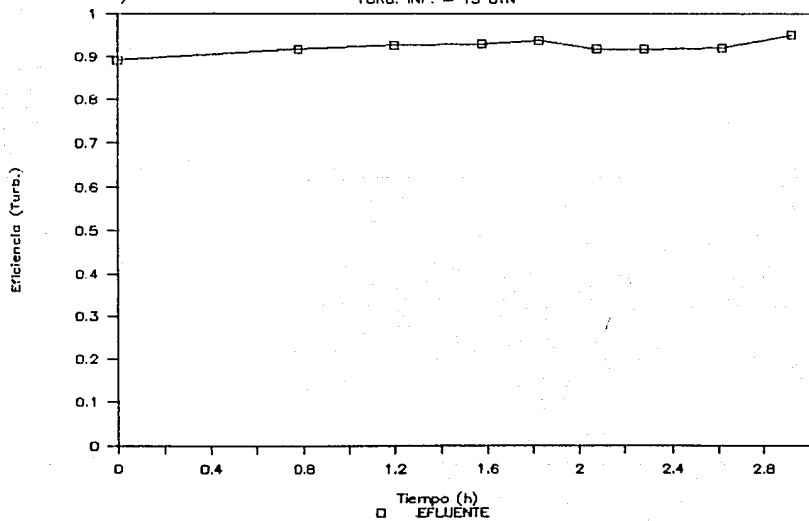


$TE = 0.9 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN

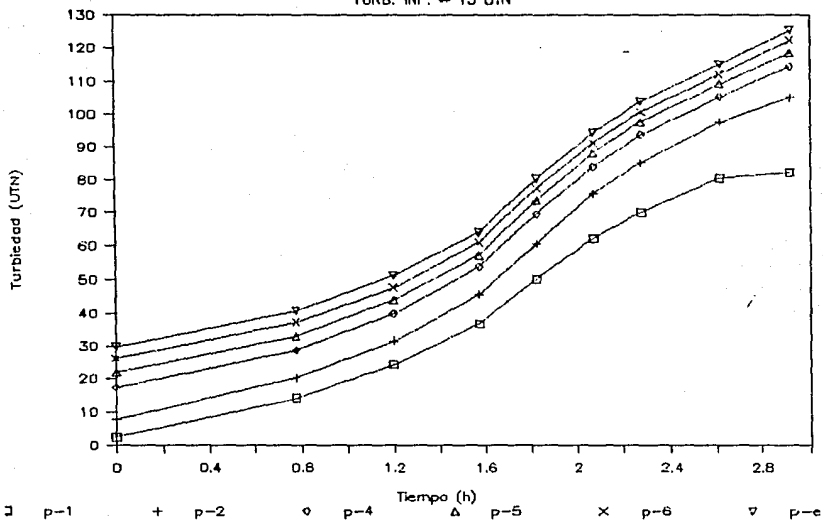

 $TE = 0.9 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN



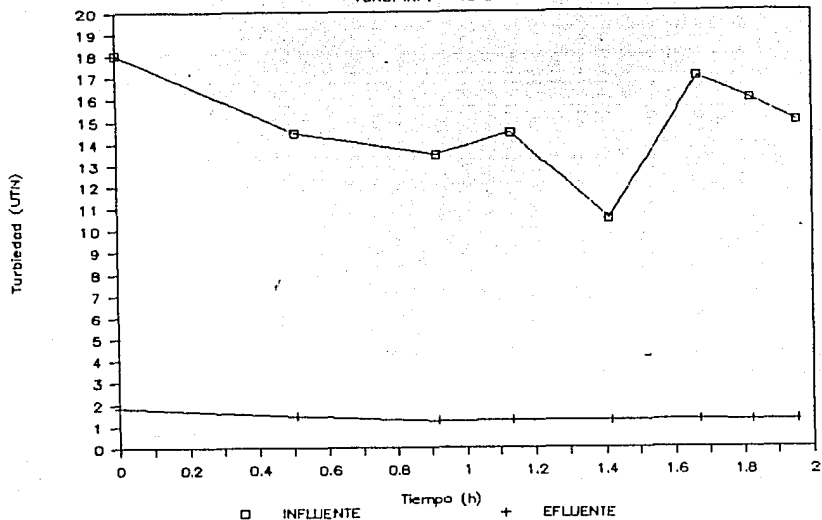
TE = 0.9 VF = 8.5 m/h

TURB. INF. = 15 UTN

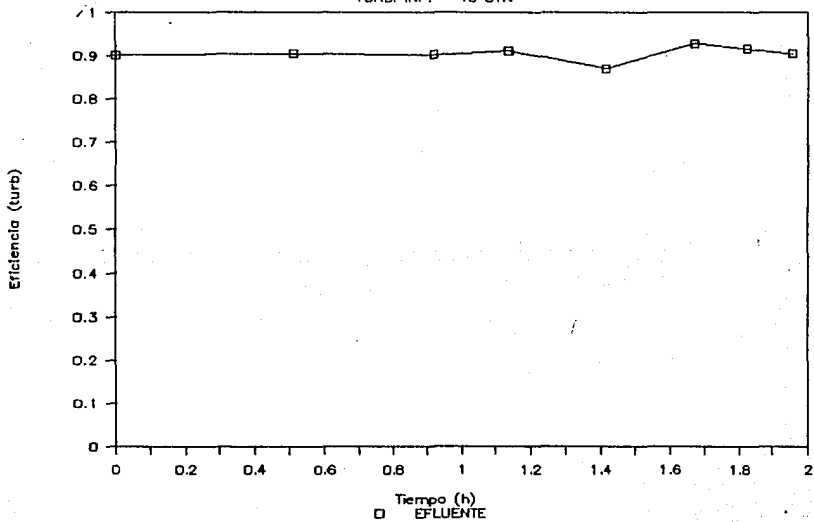


$TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 15 UTN

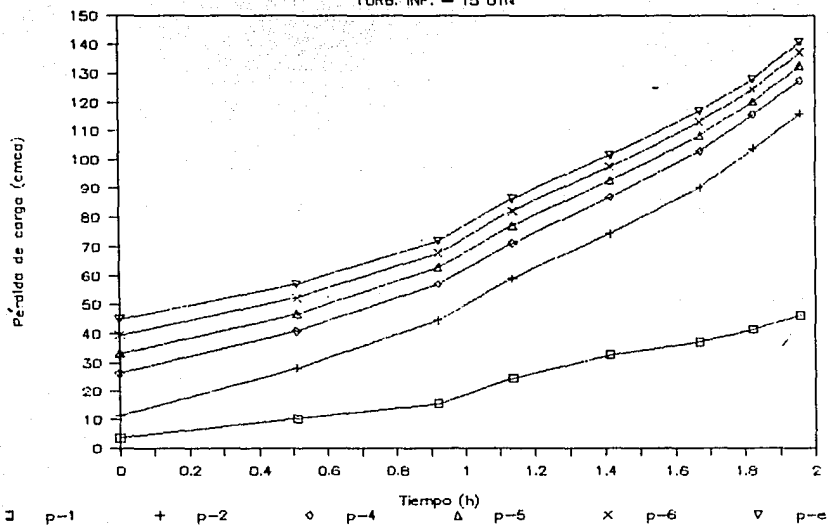

 $TE = 0.9$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 15 UTN



$TE = 0.9 \quad VF = 12.4 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTH

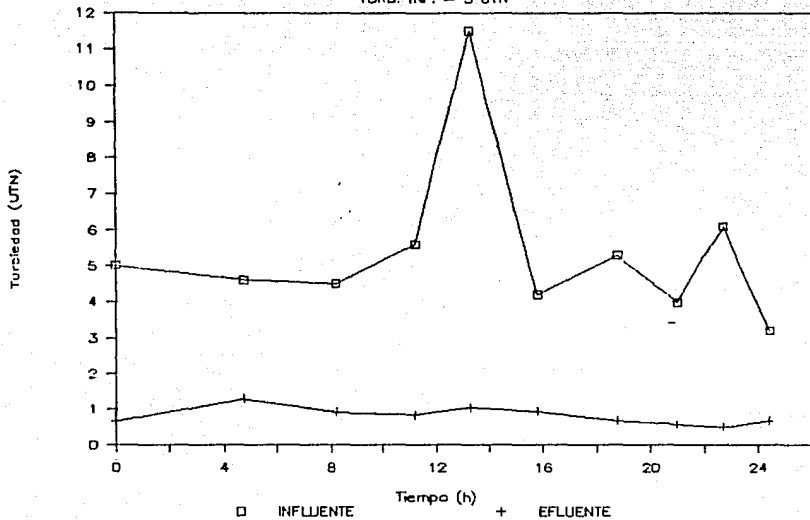


INFLUENCIA DEL TIEMPO EN LA TURBIEDAD, EFICIENCIA Y LA
PERDIDA DE CARGA.

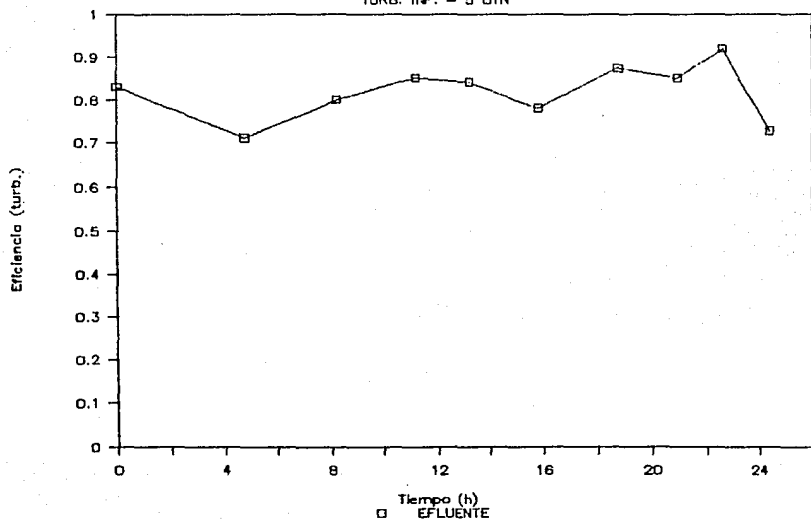
$$TE = 1.19 \text{ mm}$$

$TE = 1.19 \quad VF = 2m/h$

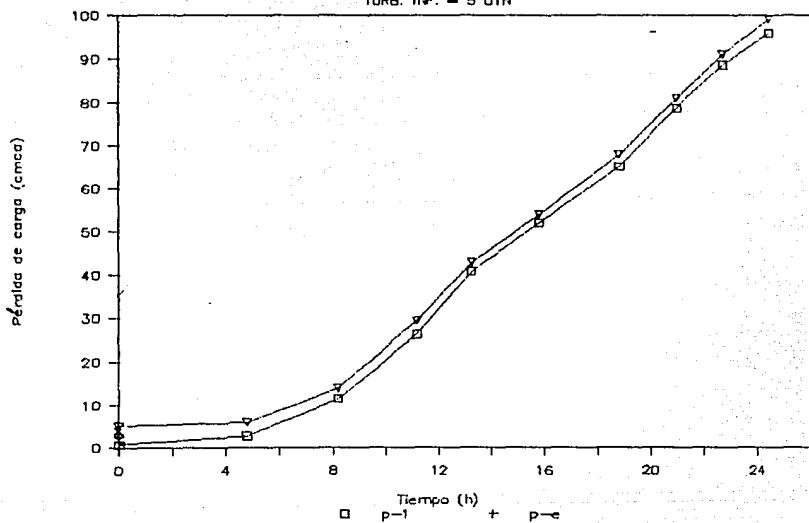
TURB. INF. - 5 UTN


 $TE = 1.19 \quad VF = 2m/h$

TURB. INF. - 5 UTN

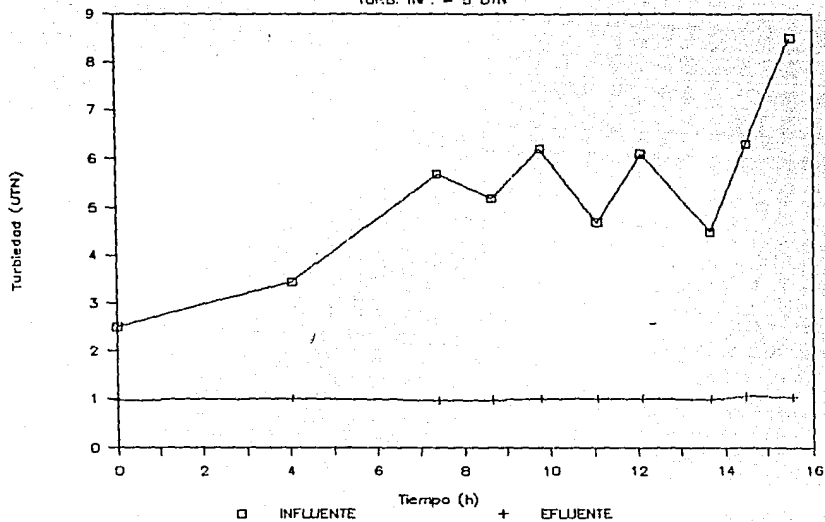


TE = 1.19 VF = 2m/h
TURB. INF. - 5 UTM

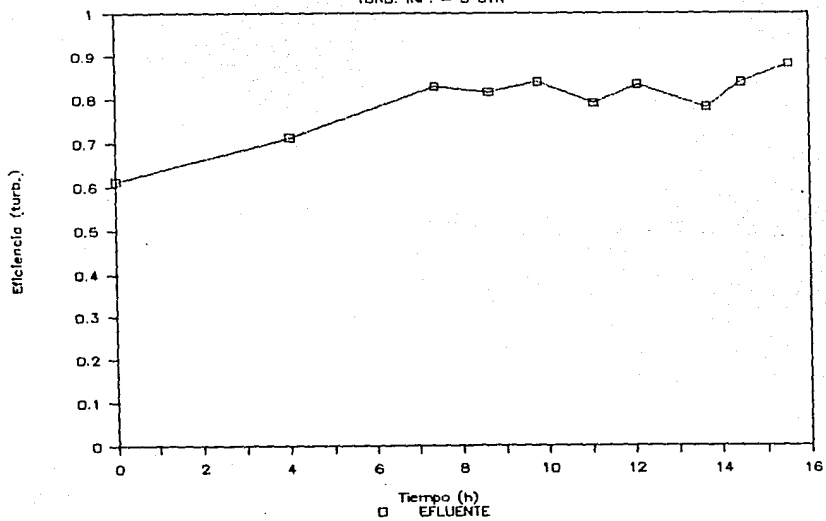


$TE = 1.19$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 5 UTH

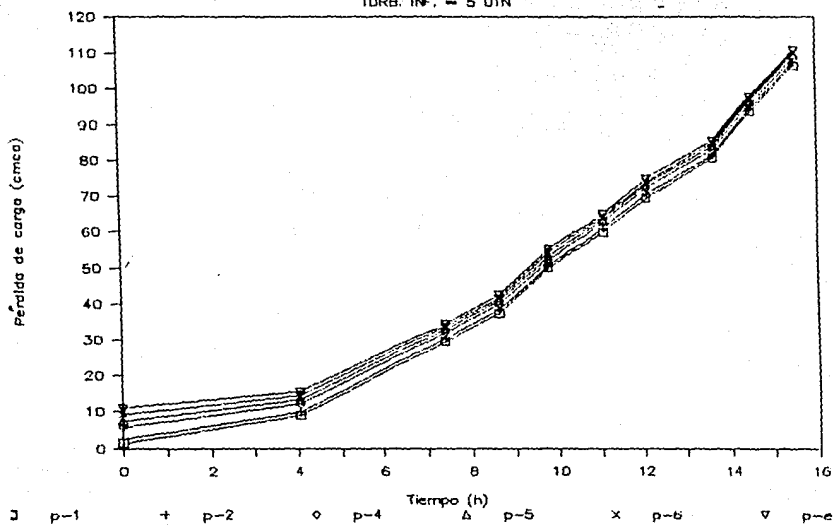

 $TE = 1.19$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 5 UTH



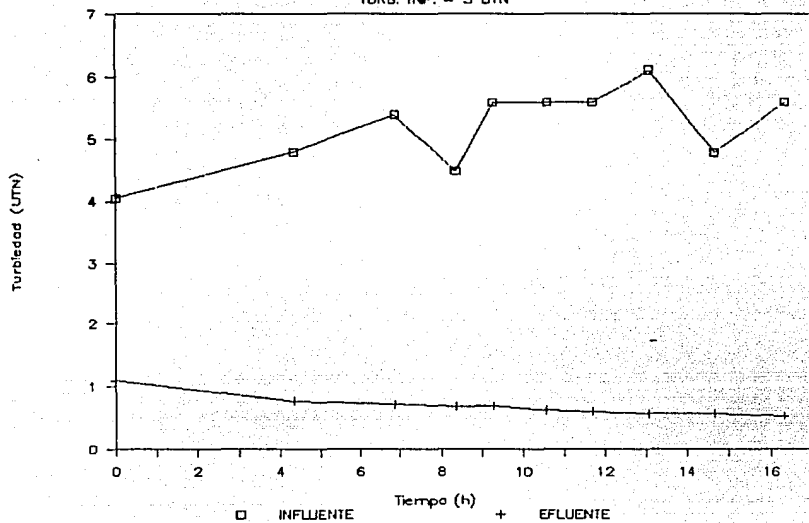
$TE = 1.19 \quad VF = 4.6 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 5 UTN



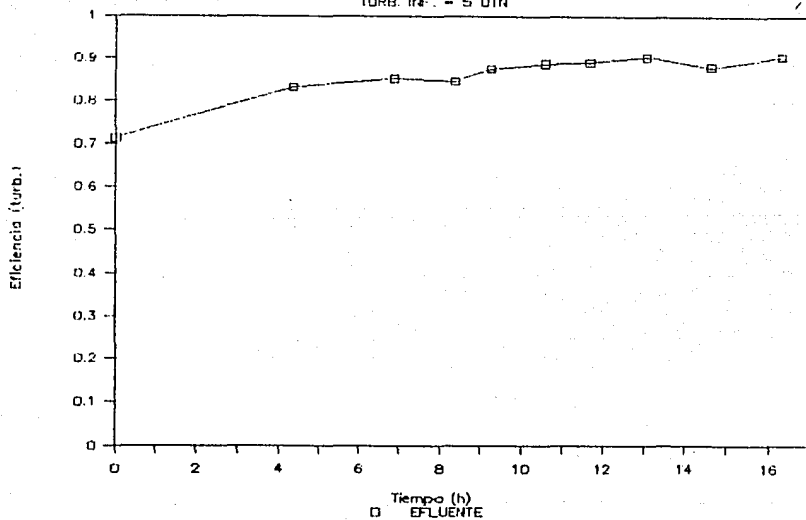
TE = 1.19 VF = 8.5 m/h

TURB. INF. = 5 UTM



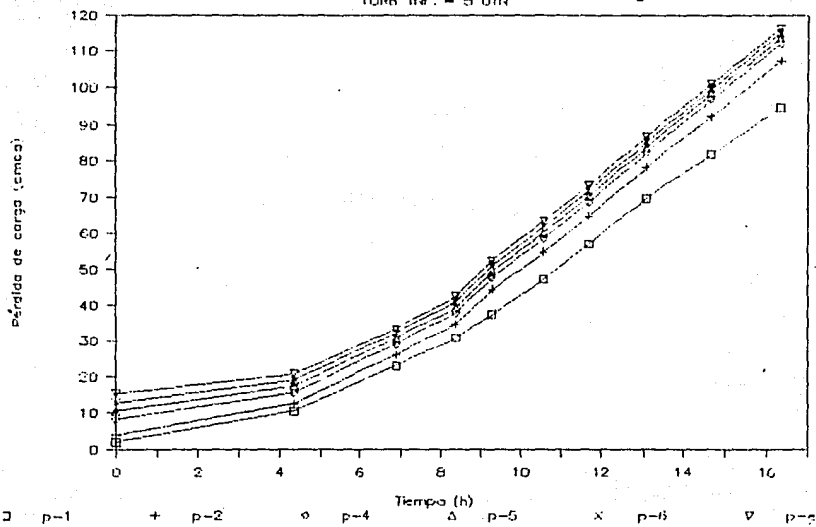
TE = 1.19 VF = 8.5 m/h

TURB. INF. = 5 UTM



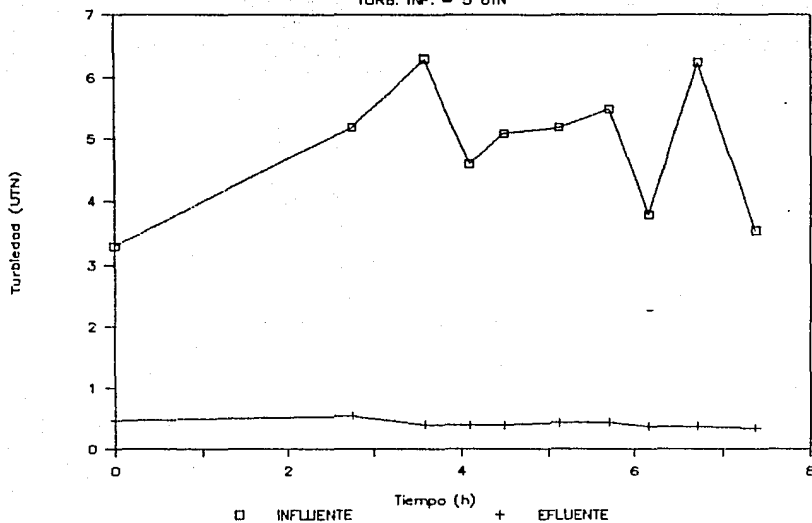
$TE = 1.19 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB INF. = 5 UTH



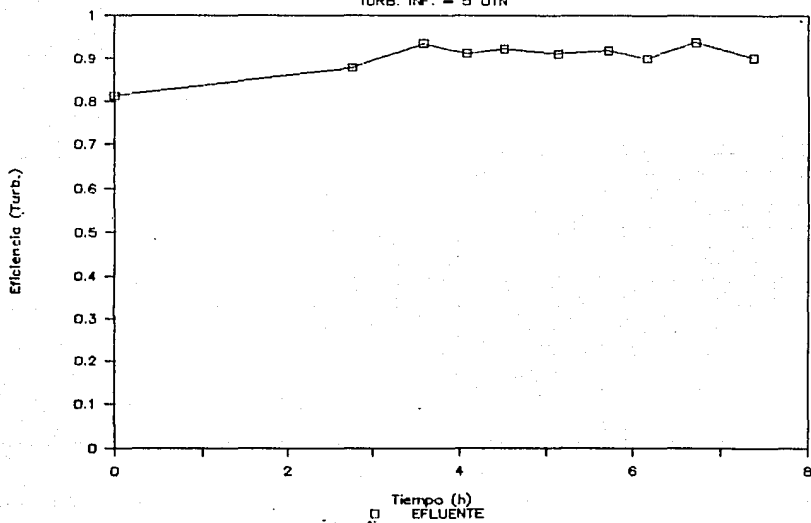
TE = 1.19 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. = 5 UTN



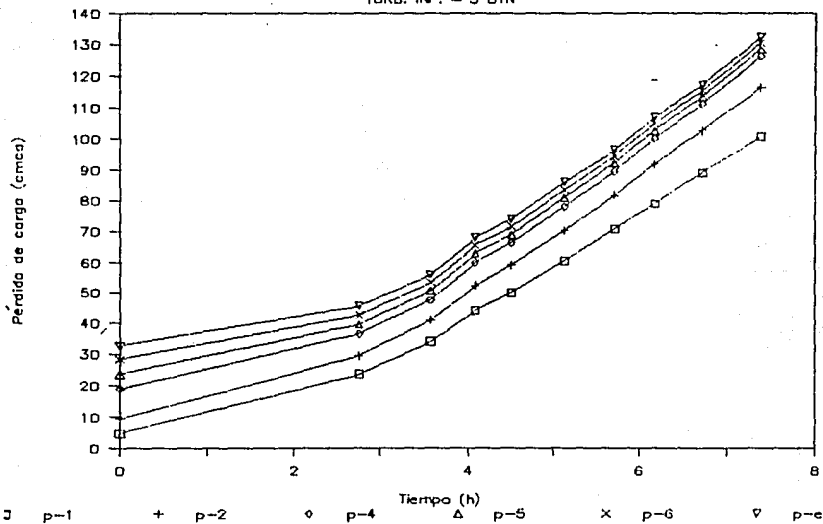
TE = 1.19 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. = 5 UTN



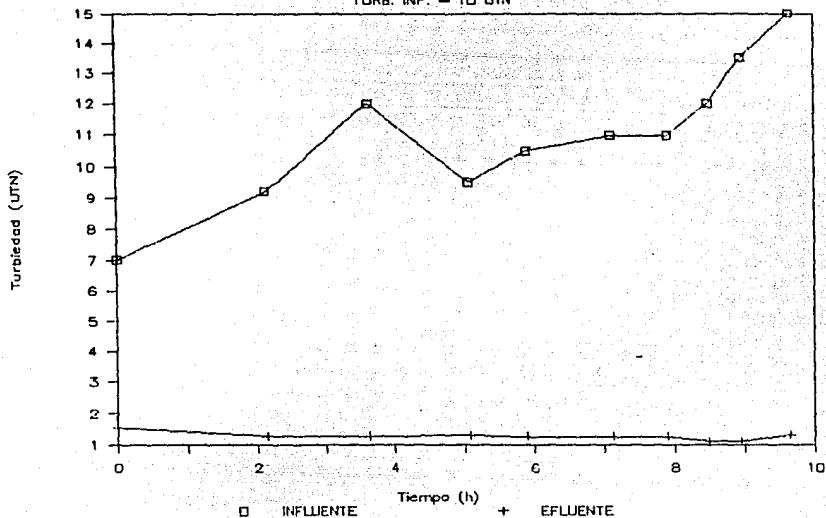
TE = 1.19 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. = 5 UTM



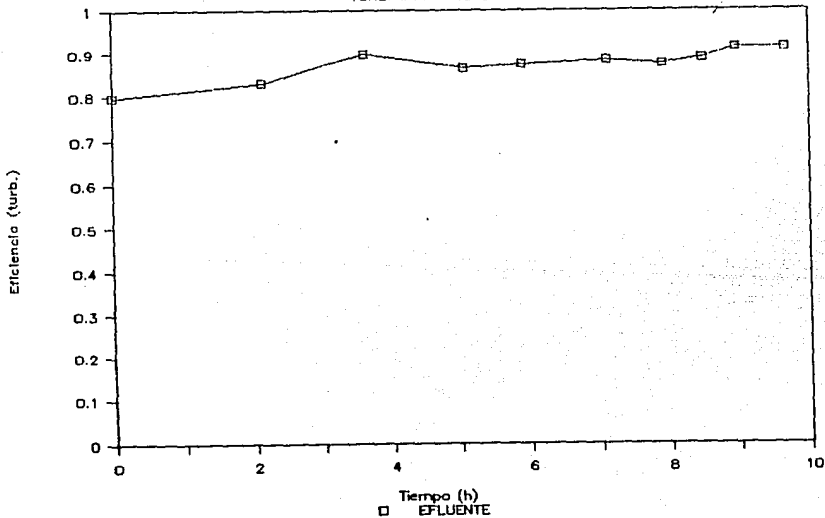
TE = 1.19 VF = 2 m/h

TURB. INF. = 10 UTN



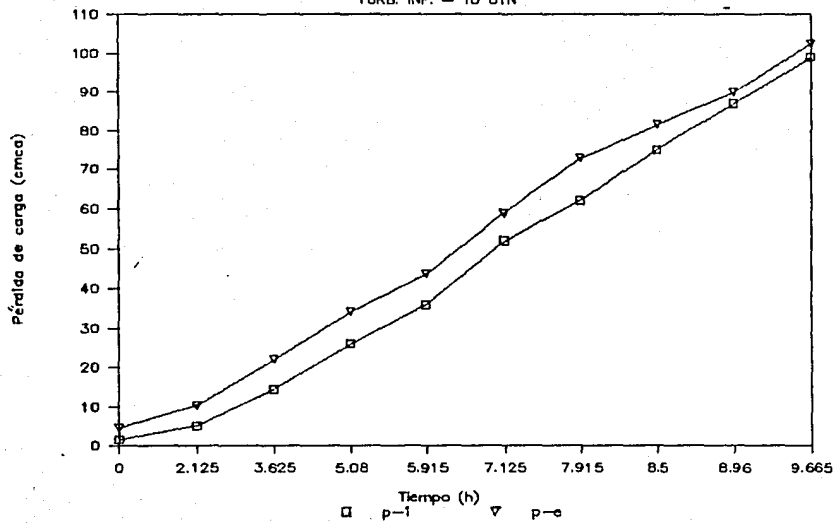
TE = 1.19 VF = 2 m/h

TURB. INF. = 10 UTN



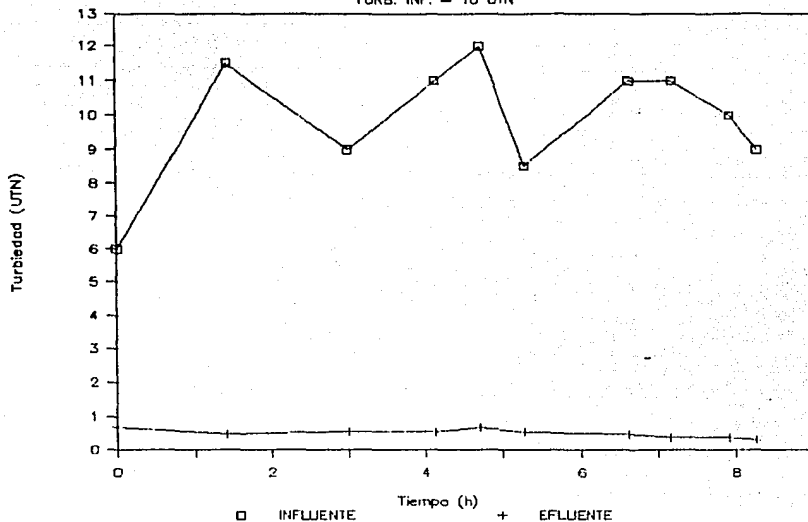
$TE = 1.19 \quad VF = 2 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 10 UTN

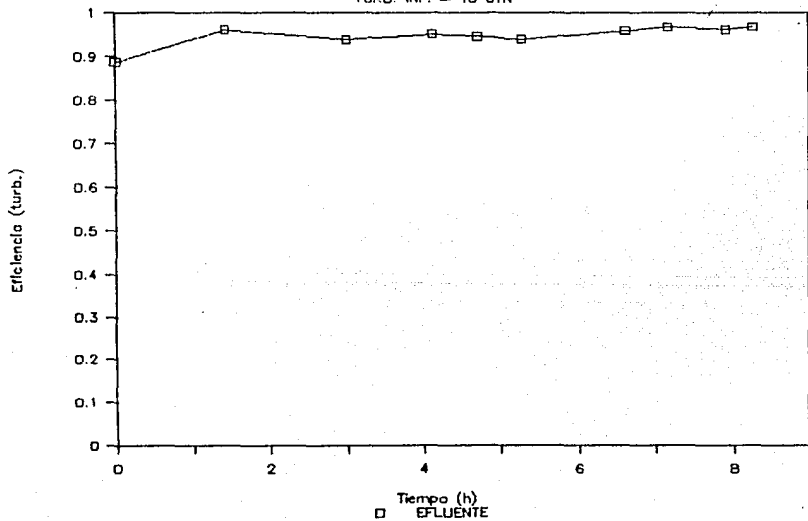


$TE = 1.19$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 10 UTM

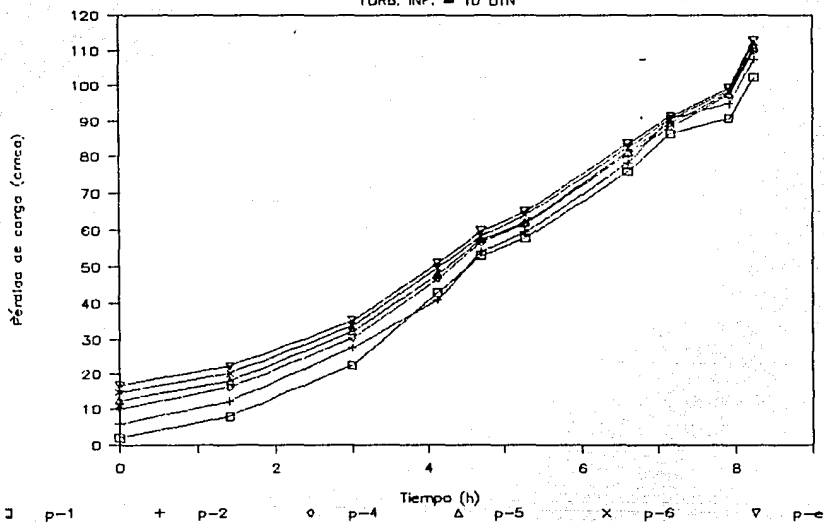

 $TE = 1.19$ $VF = 4.6$ m/h

TURB. INF. = 10 UTM



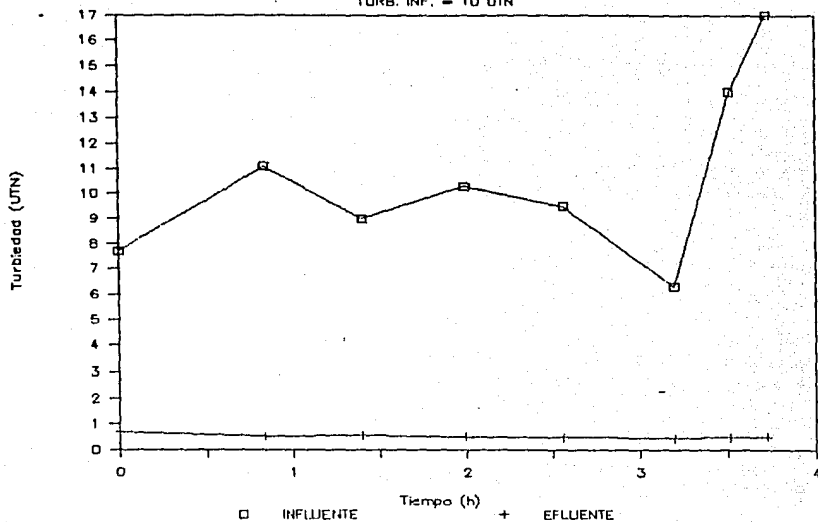
TE = 1.19 VF = 4.6 m/h

TURB. INF. = 10 UTM

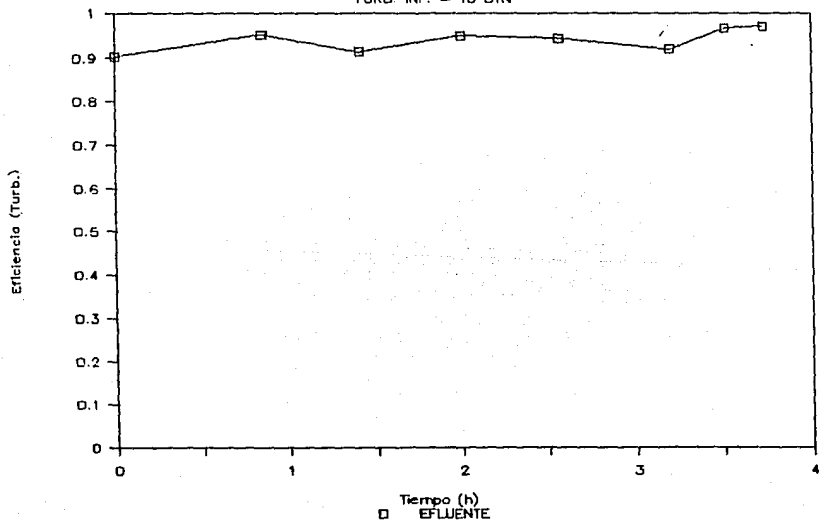


$TE = 1.19$ $VF = 8.5$ m/h

TURB. INF. = 10 UTN

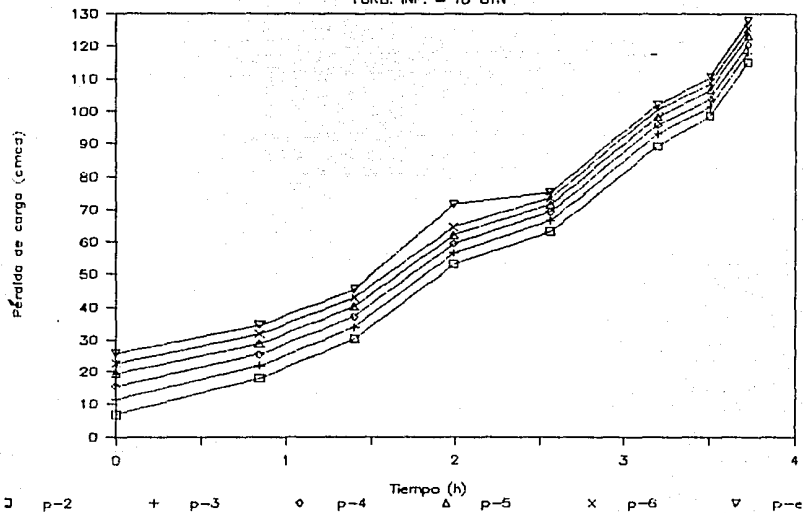

 $TE = 1.19$ $VF = 8.5$ m/h

TURB. INF. = 10 UTN



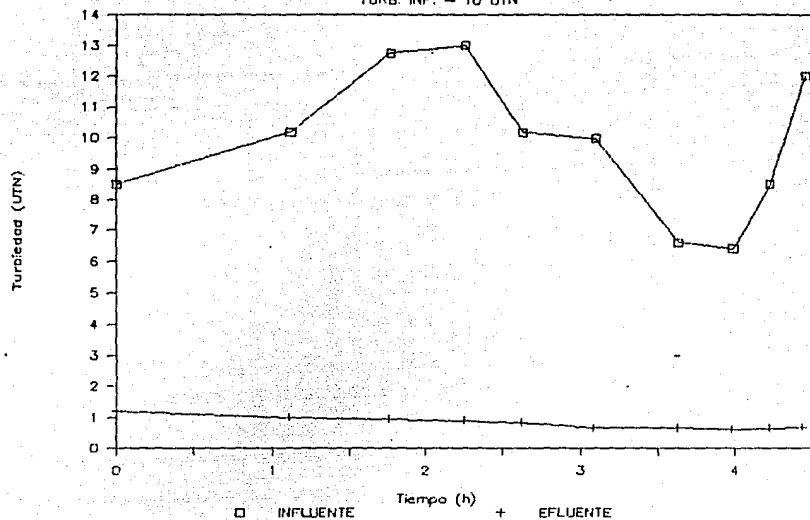
$TE = 1.19 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. - 10 UTM

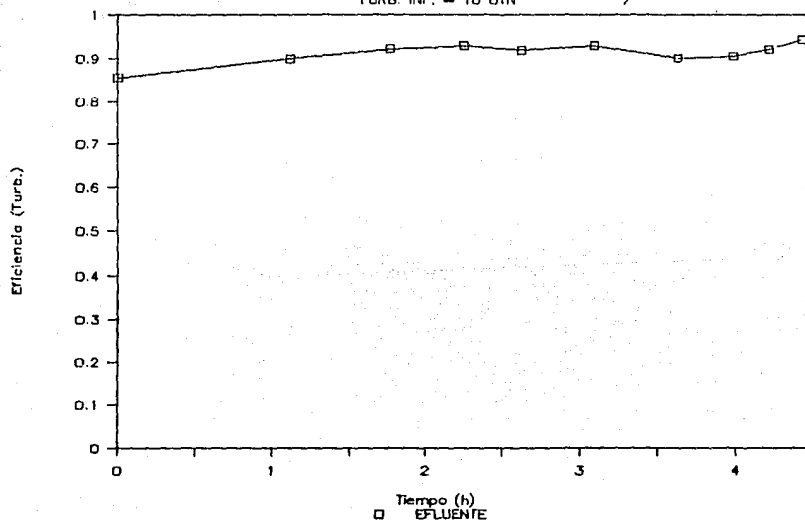


$TE = 1.19$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 10 UTM

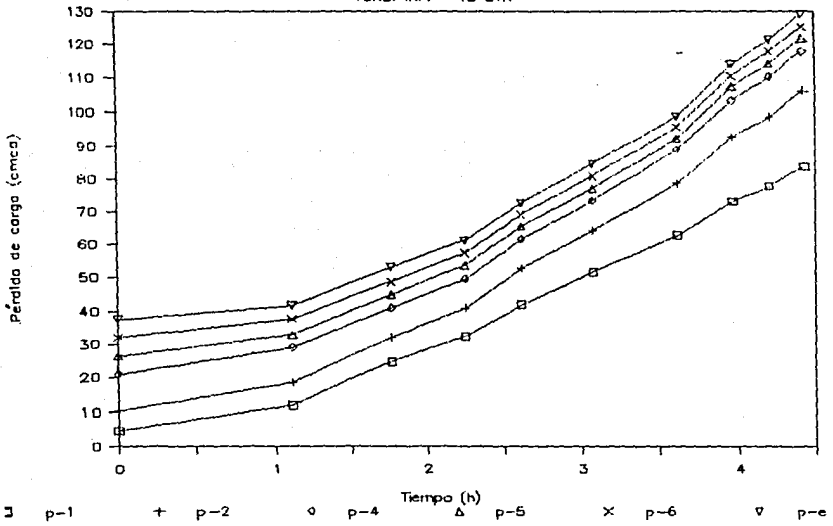

 $TE = 1.19$ $VF = 12.4$ m/h

TURB. INF. = 10 UTM



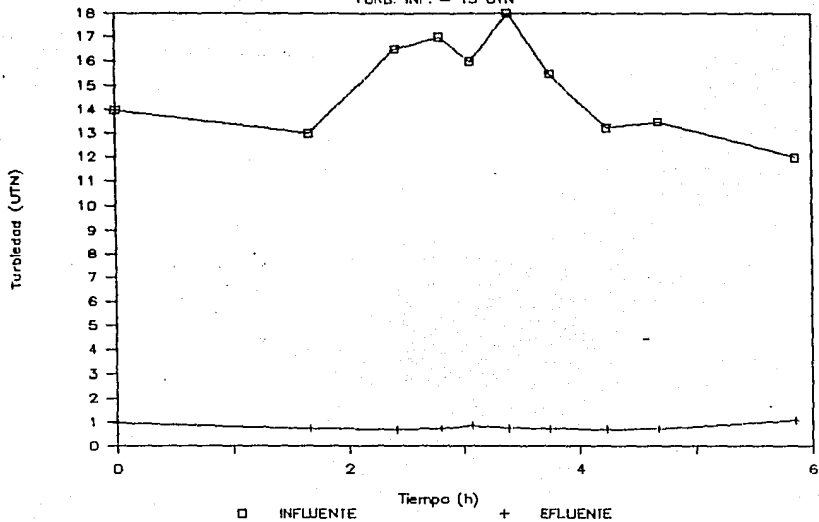
TE = 1.19 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. = 10 UTM

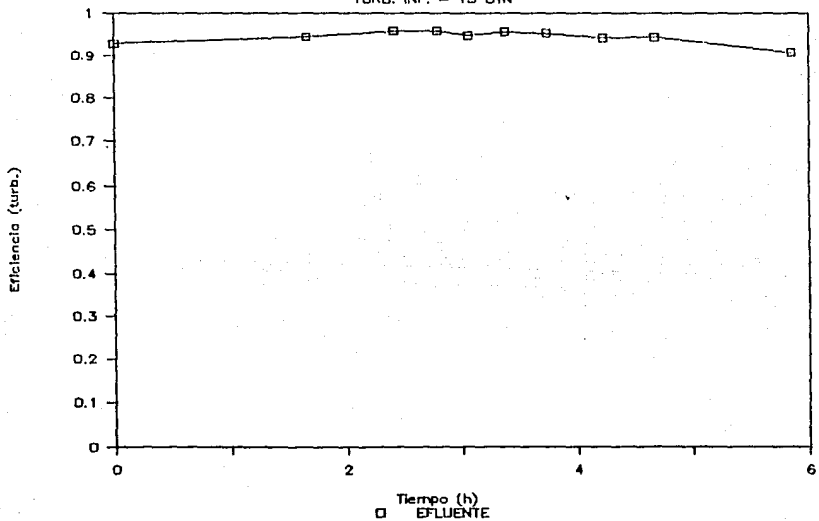


$TE = 1.19$ $VF = 4.6 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN

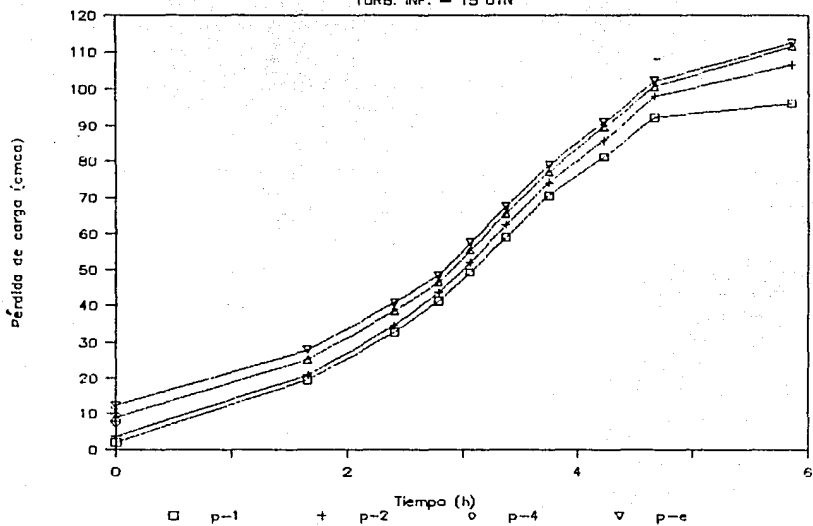

 $TE = 1.19$ $VF = 4.6 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN



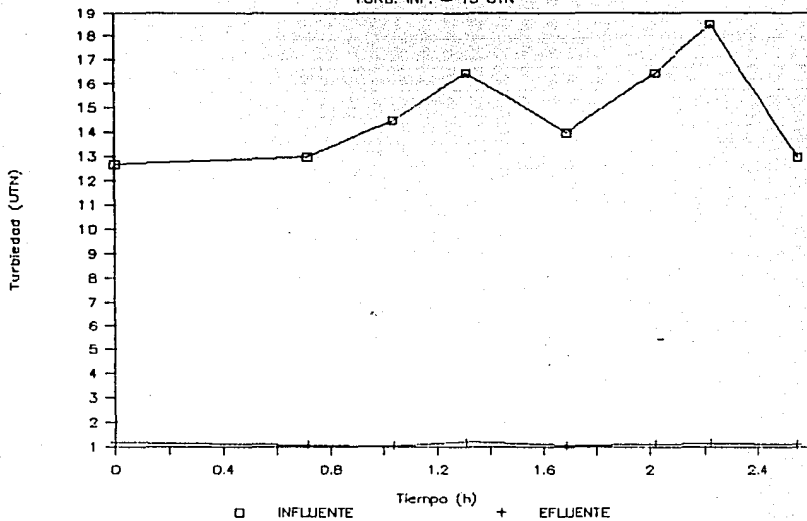
$TE = 1.19 \quad VF = 4.6 \text{ m/h}$

TURB. INF. - 15 UTN

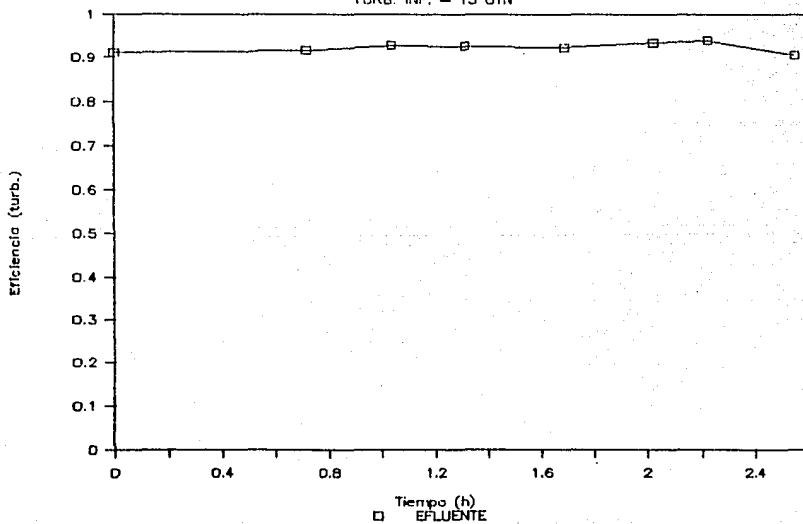


$TE = 1.19 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTR

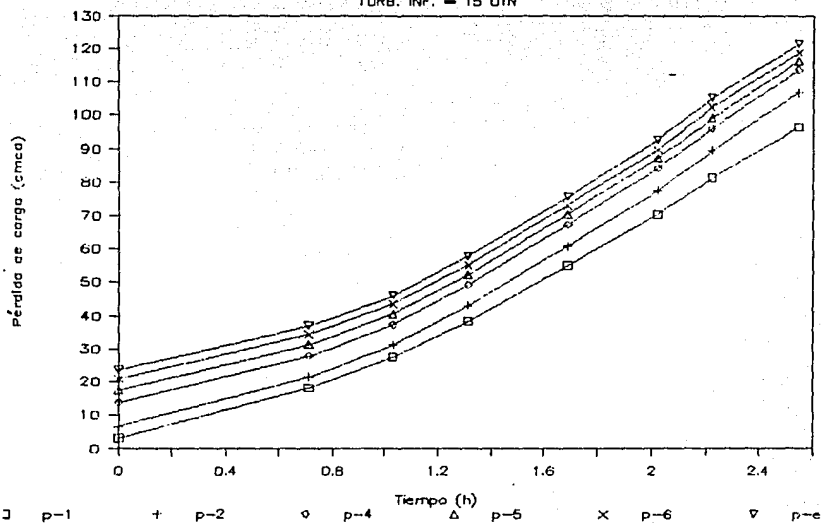

 $TE = 1.19 \quad VF = 8.5 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTR



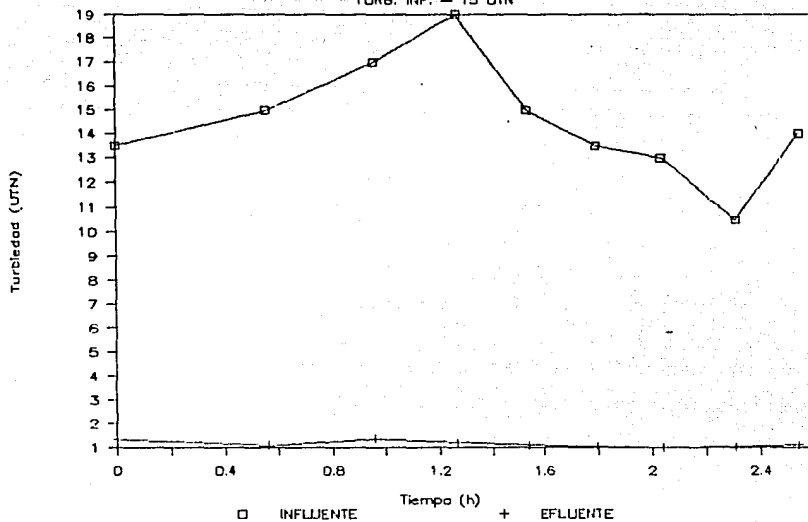
TE = 1.19 VF = 8.5 m/h

TURB. INF. = 15 UTN

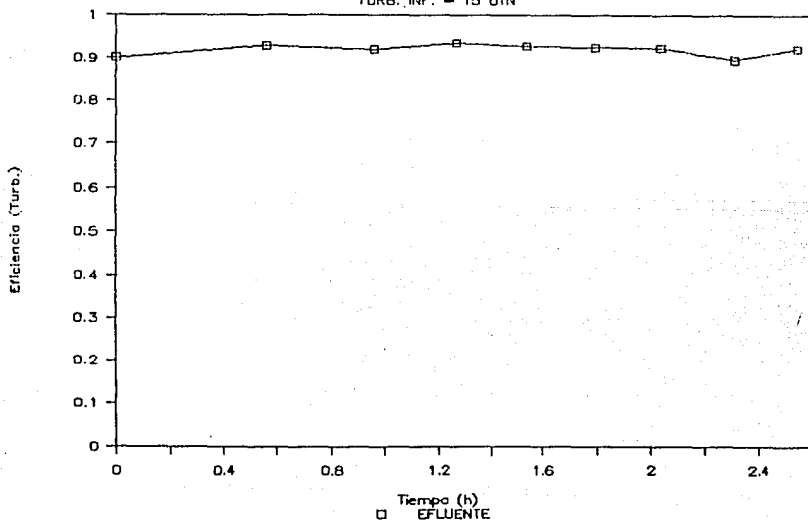


$TE = 1.19$ $VF = 12.4 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN

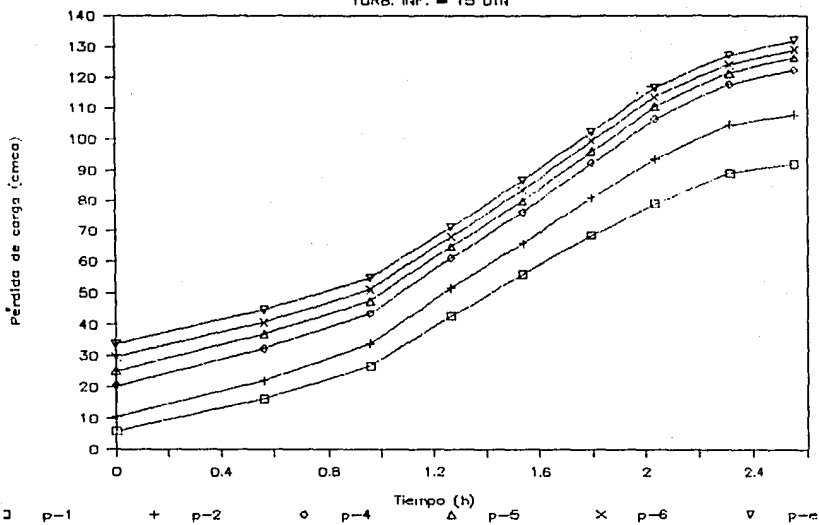

 $TE = 1.19$ $VF = 12.4 \text{ m/h}$

TURB. INF. = 15 UTN



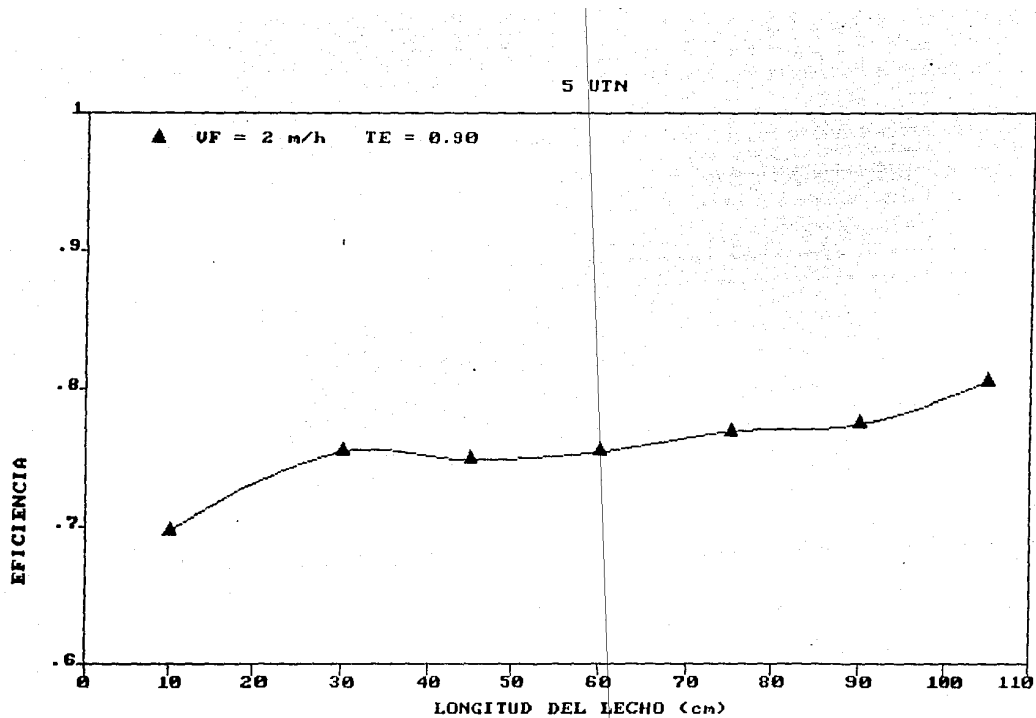
TE = 1.19 VF = 12.4 m/h

TURB. INF. = 15 UTH

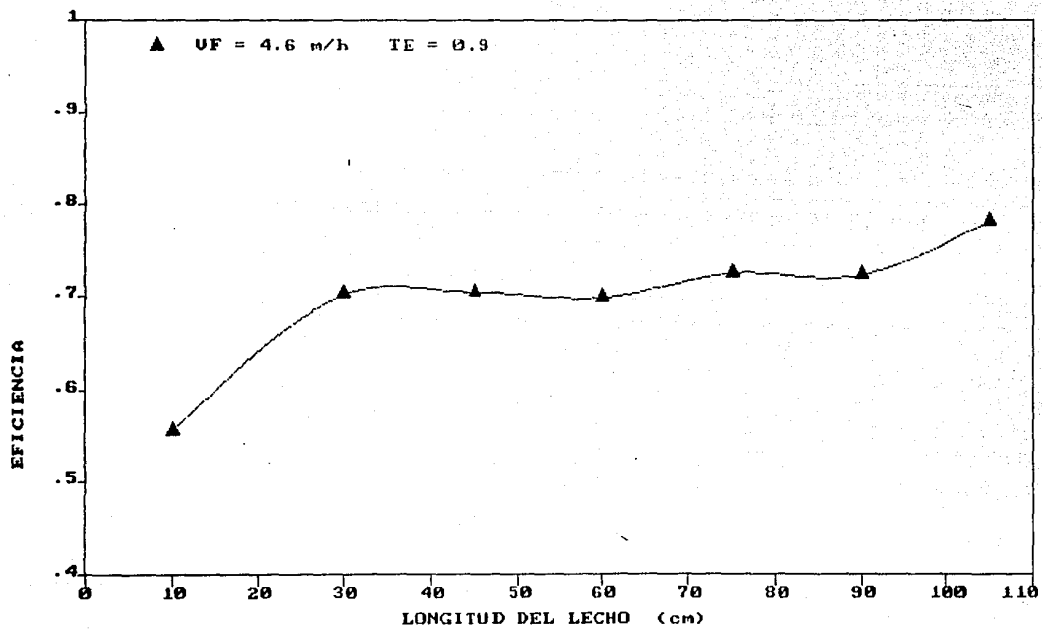


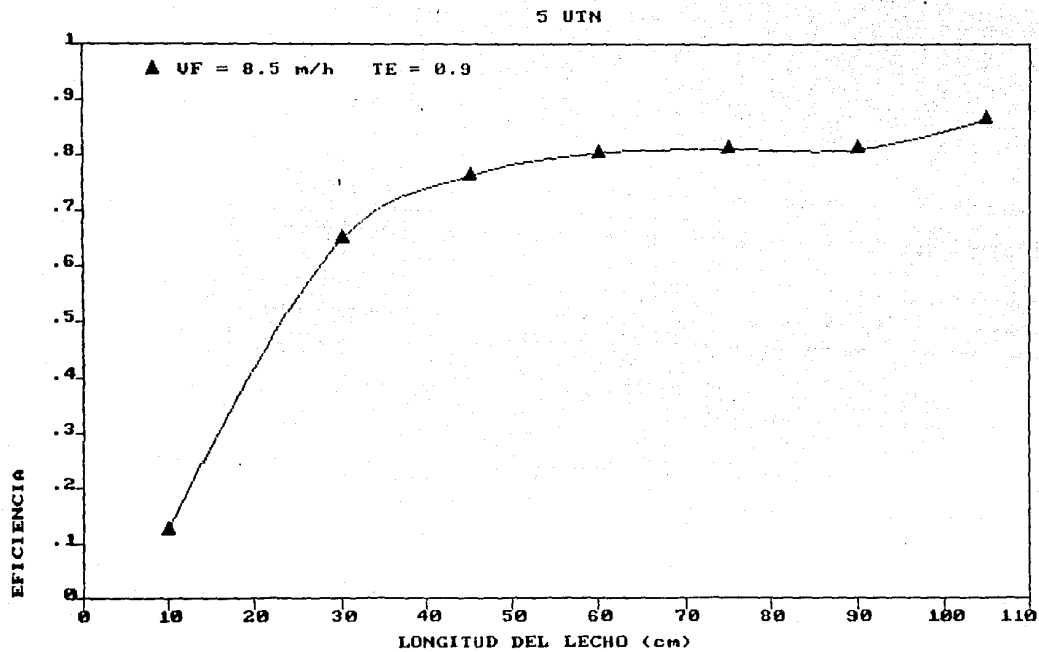
INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL LECHO EN LA EFICIENCIA

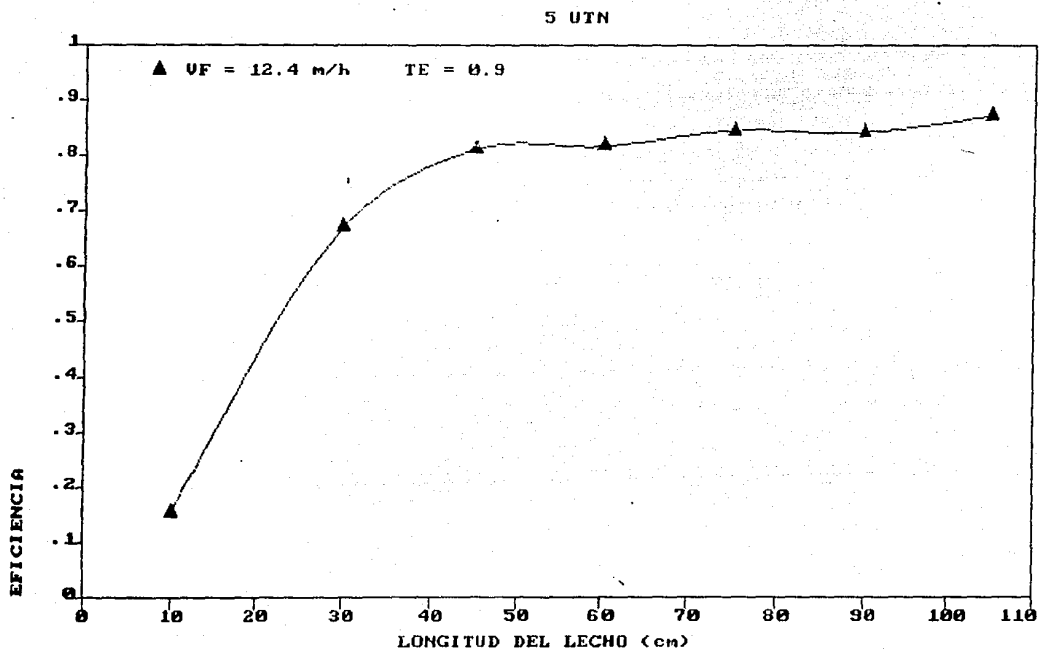
$$TE = 0.90 \text{ mm}$$

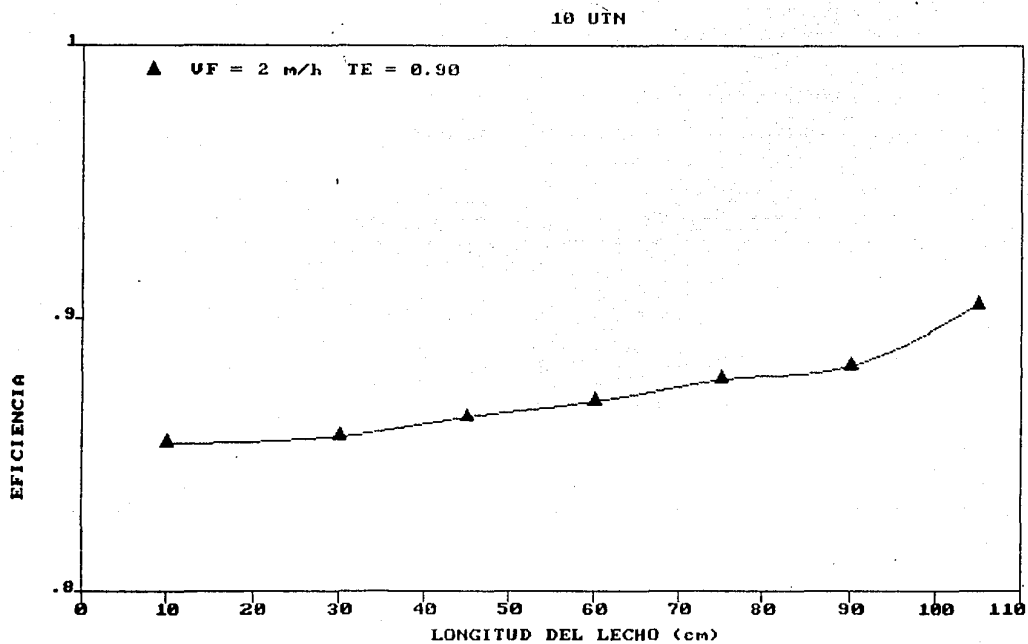


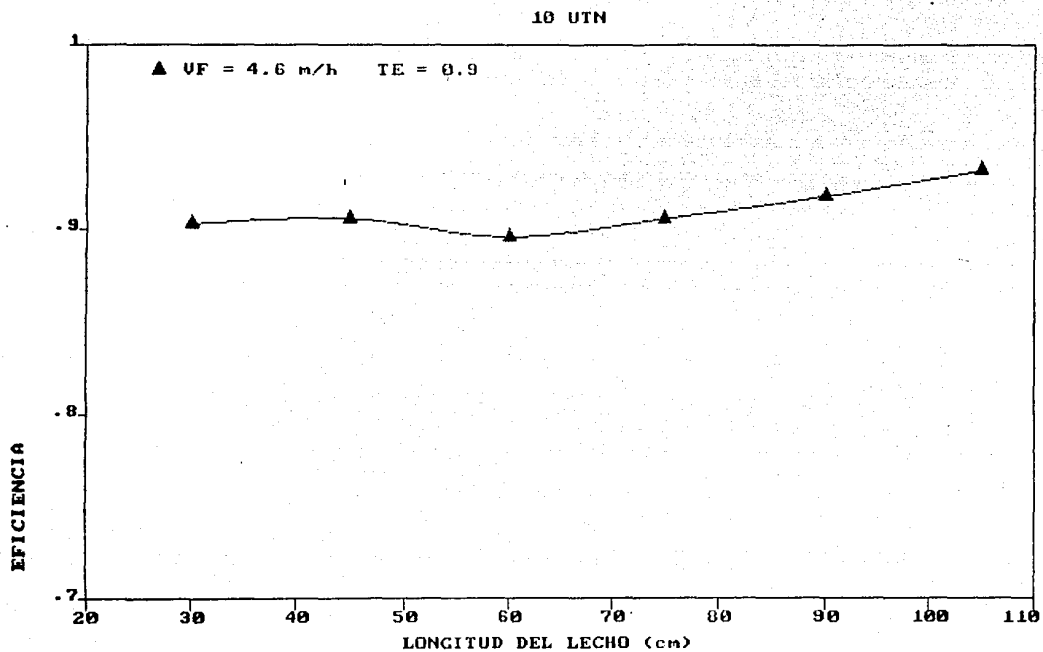
5 UTN

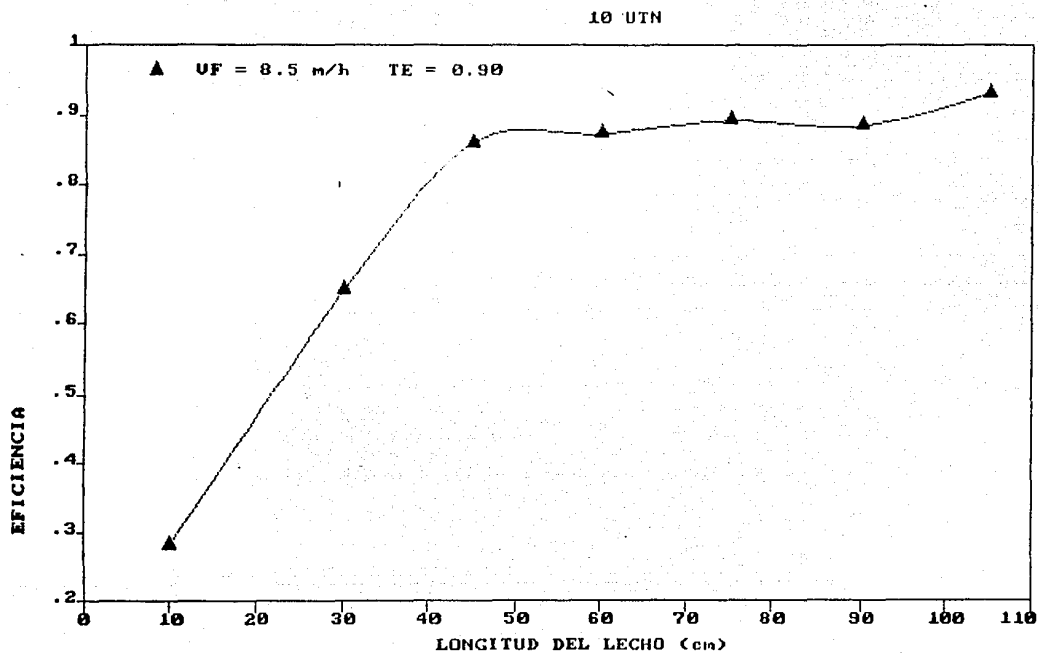


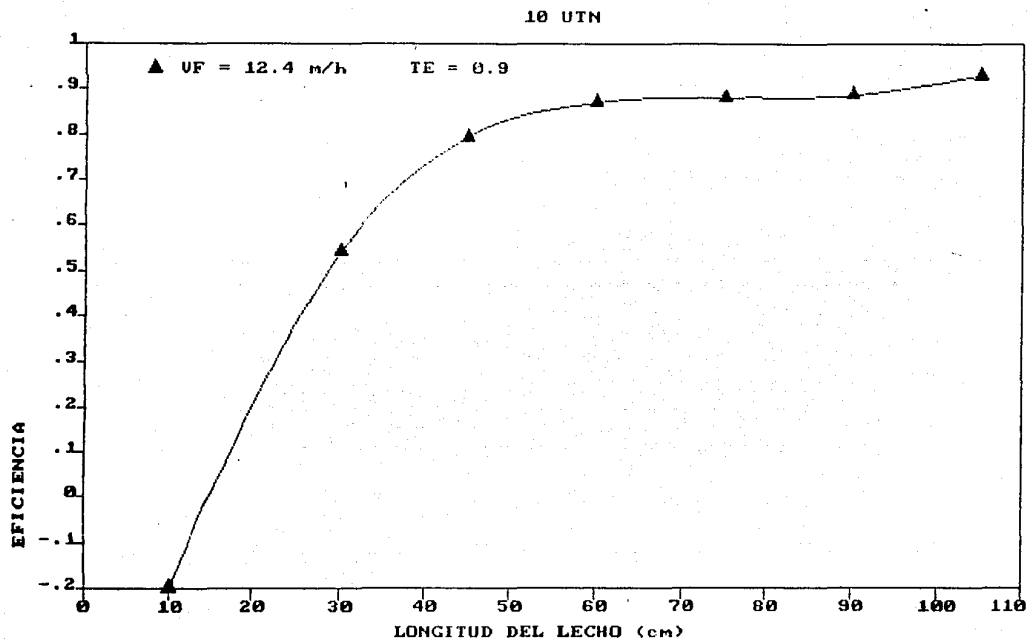






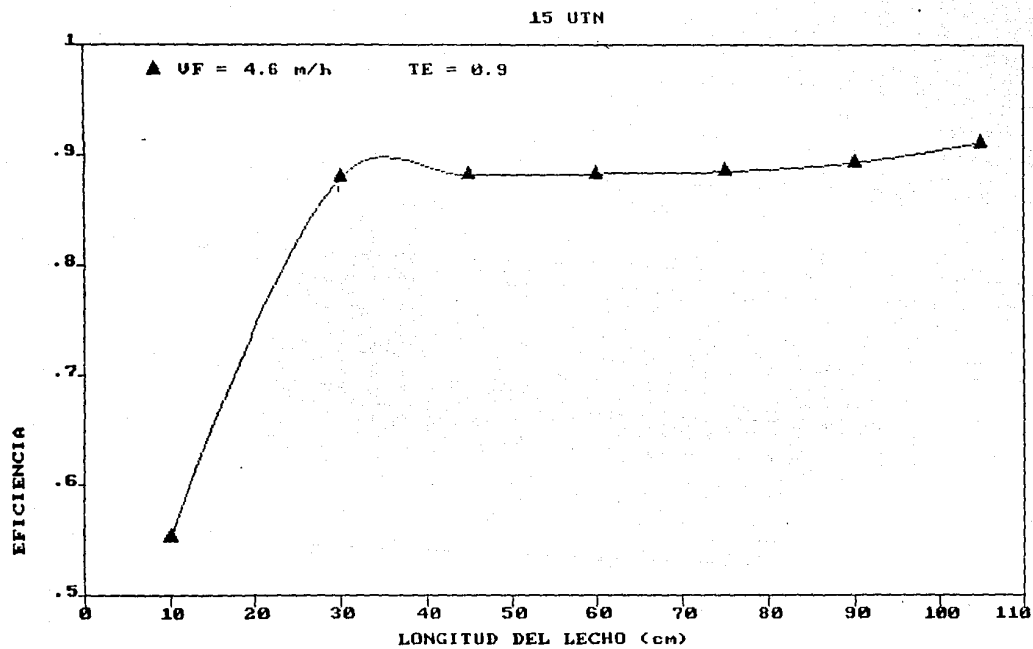




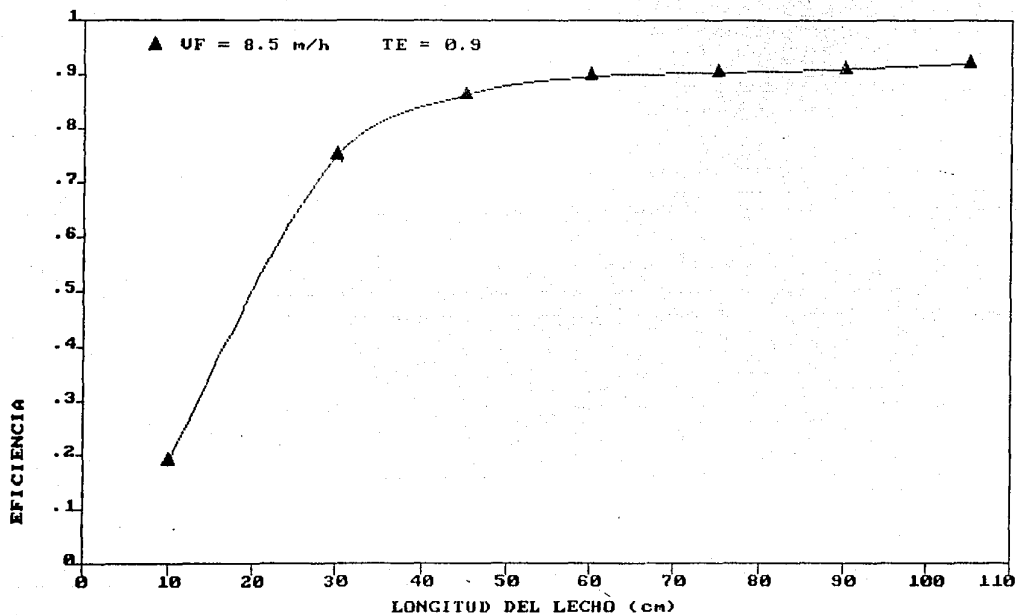


INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL LECHO EN LA EFICIENCIA

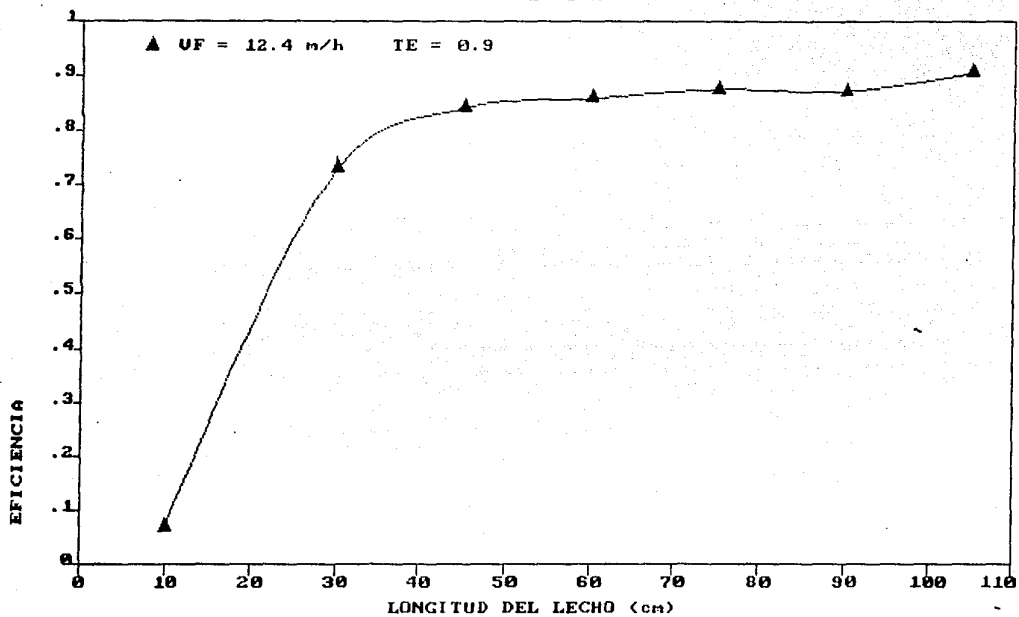
$$TE = 1.19 \text{ mm}$$

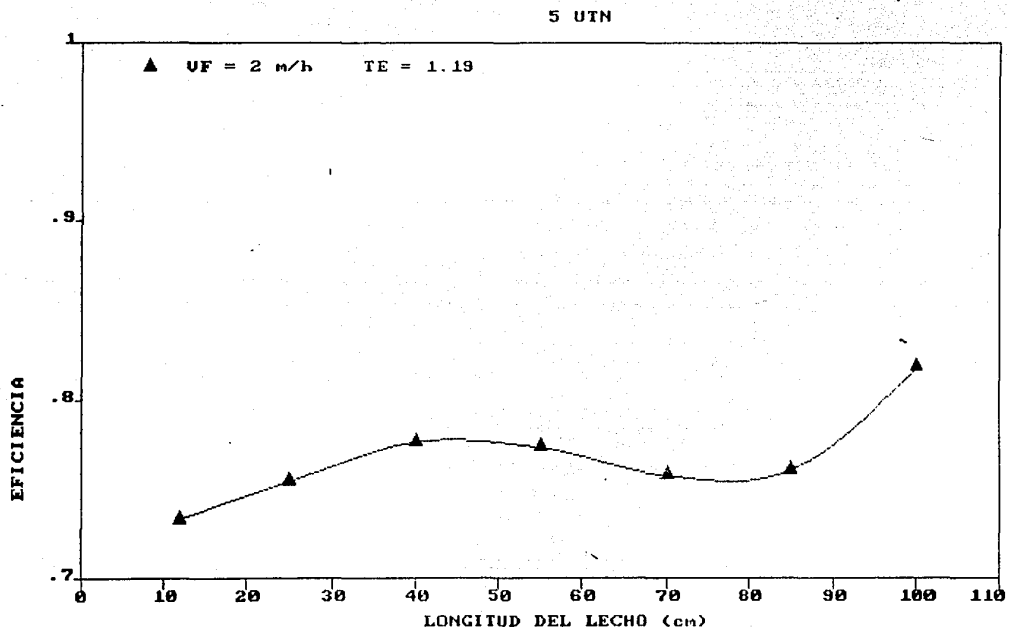


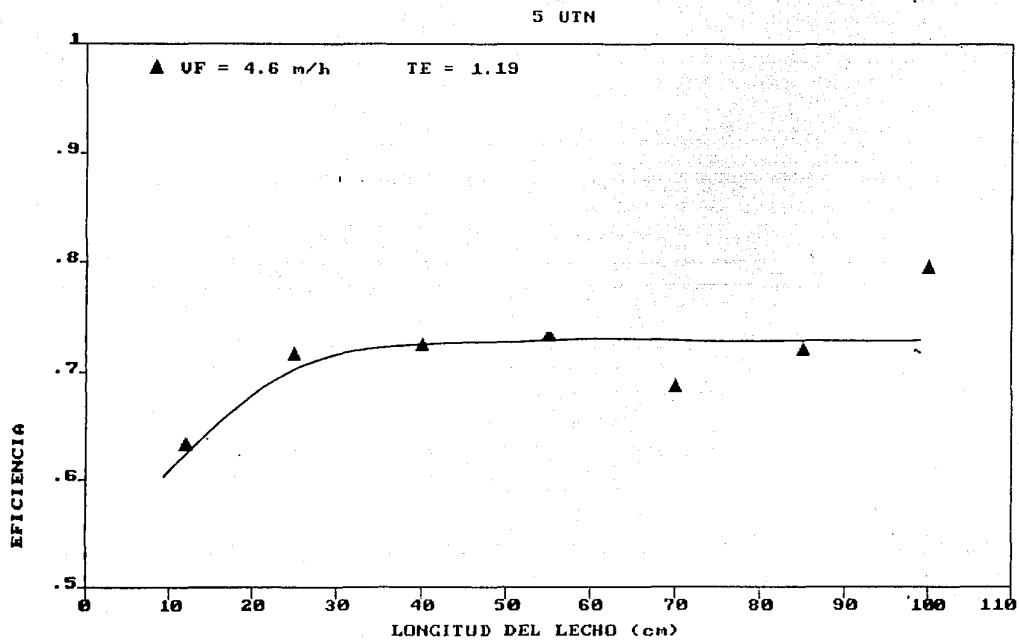
15 UTN



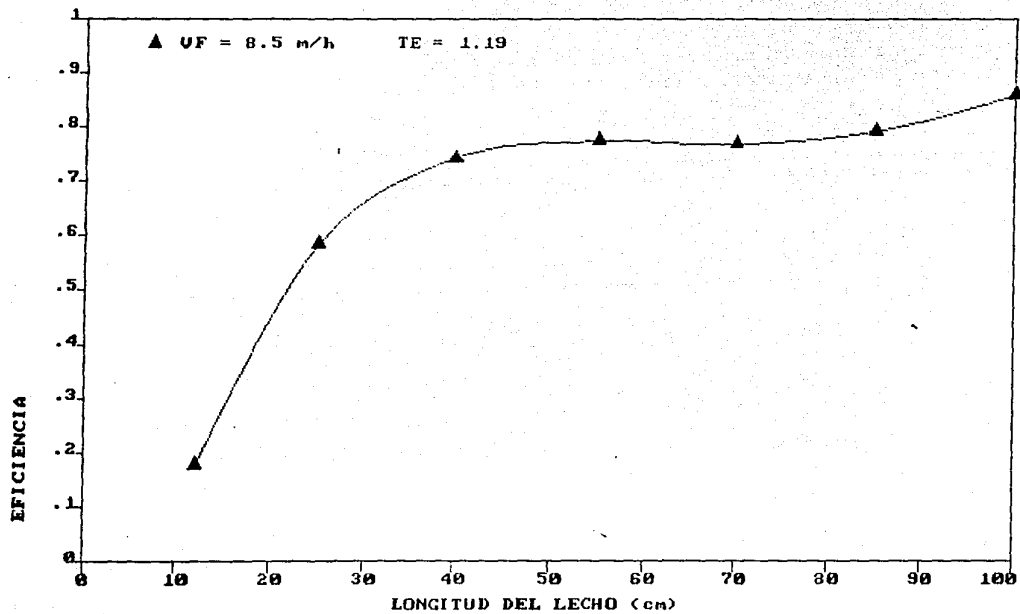
15 UTN

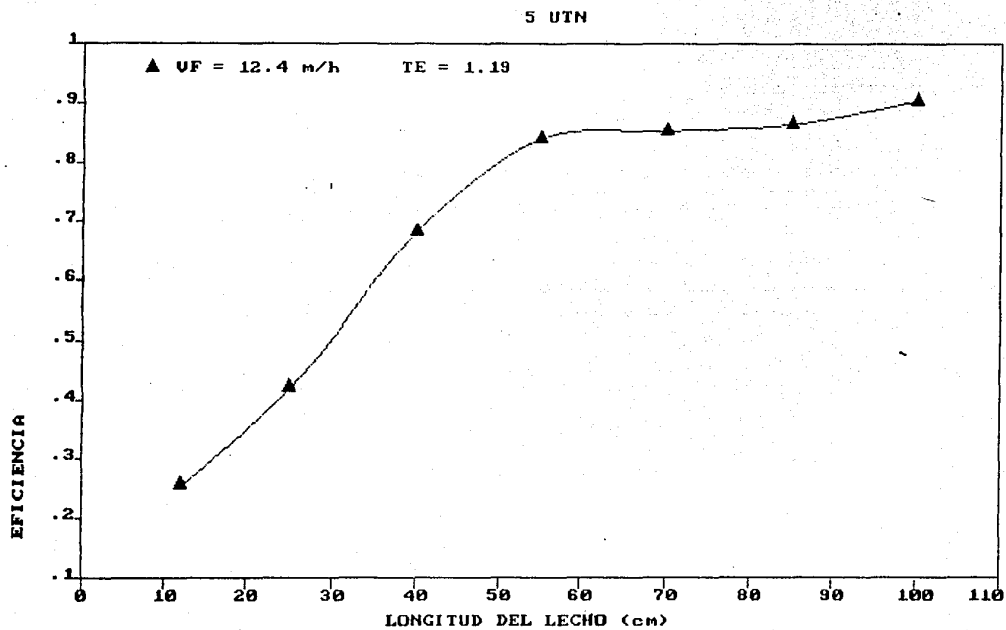


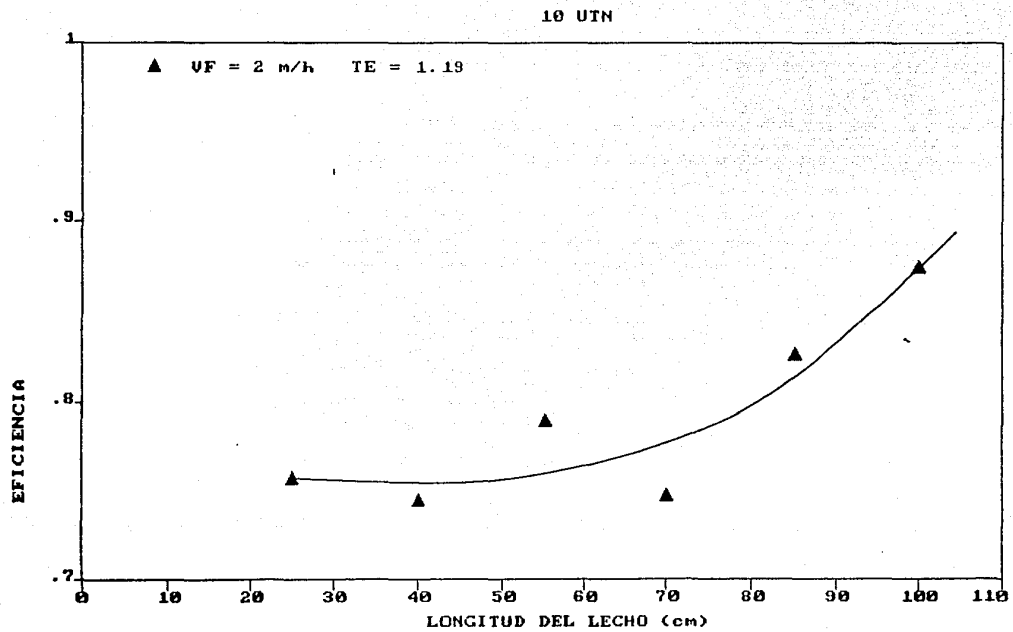


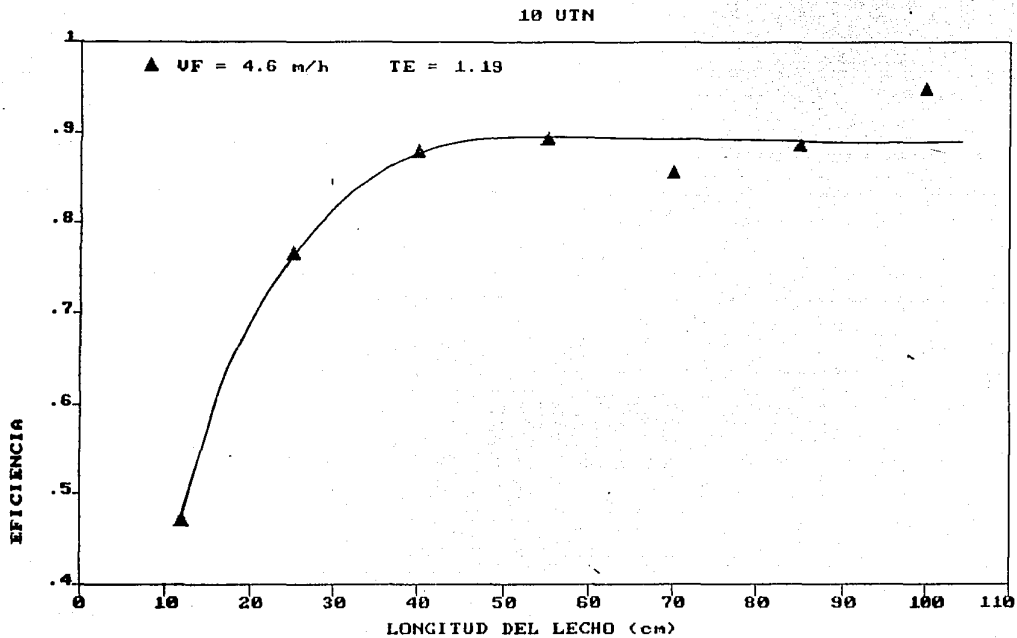


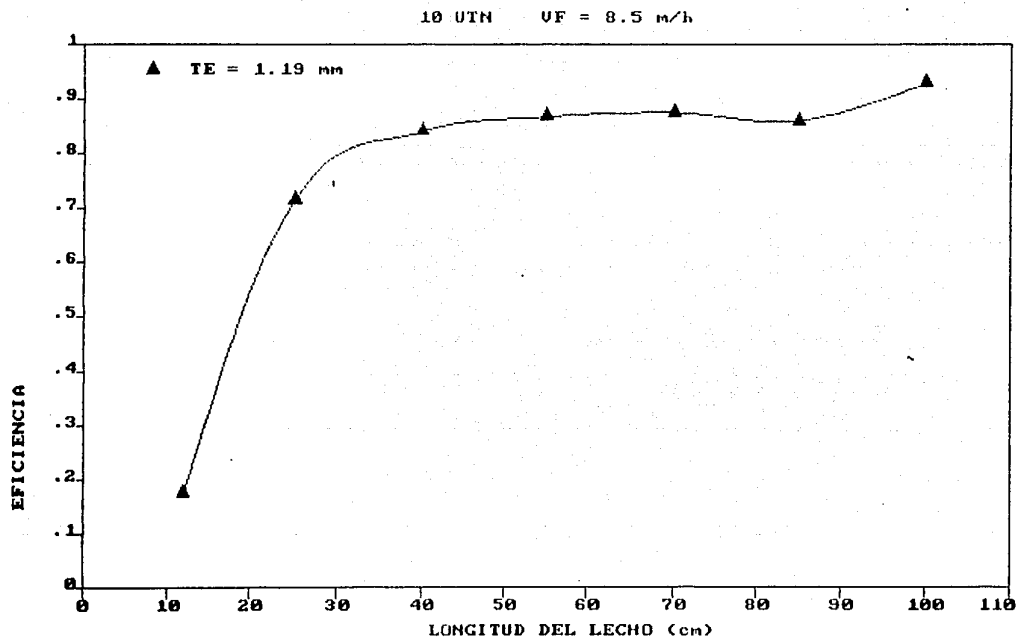
5 UTN

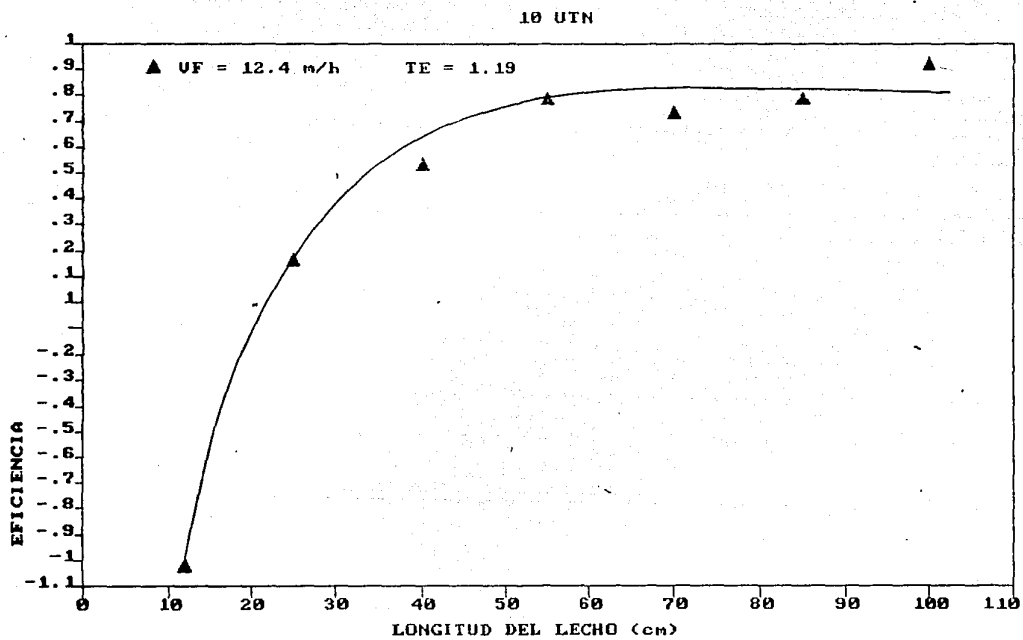


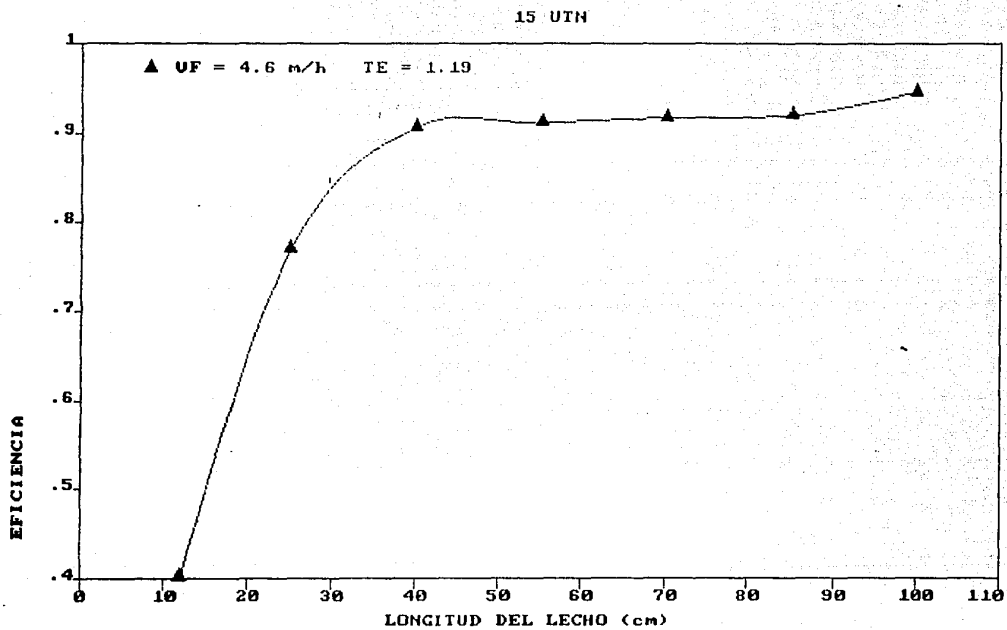




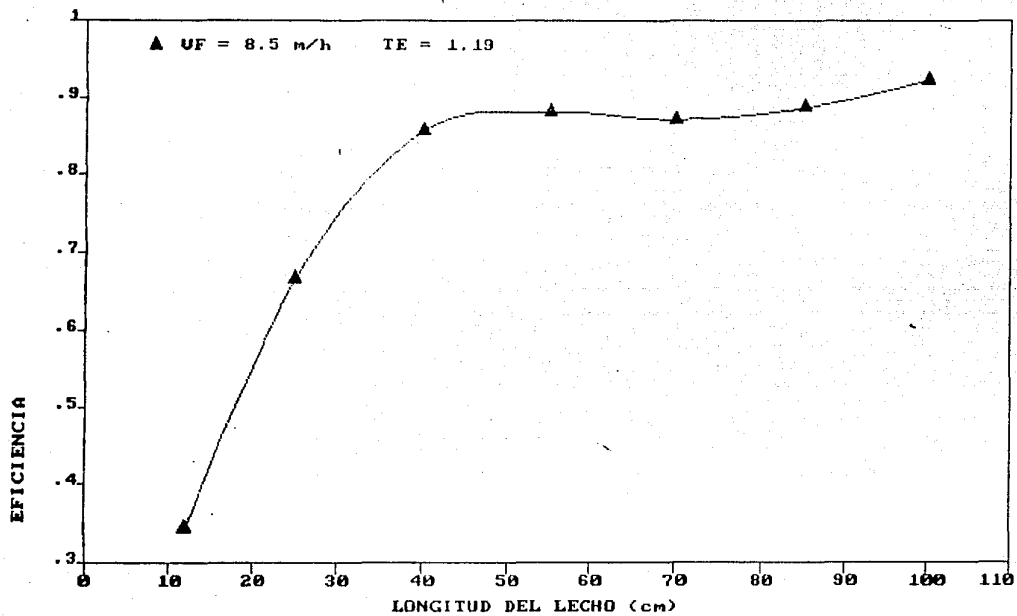








15 UTN



15 UTN

